أعمال الأتربة

مهندس / محمود حسين المصيلحي

المدير العام (السابق) بشركة المقاولون العرب – مهندس أستشاري

الأصدار الأول

عام ٢٠٠٨

وقــل ربي زدني علمــا



أعمال الحفر وتحريك التربة

أعمال الحفـر وتحـريك التربــة

Excavation & Earth moving works

مواصفات أعمال الحفر:

تتم أعمال الحفر بعمل ميول مناسبة للجوانب لا تشكل خطرا علي العاملين ولا تتداخل مع أي منشآت مجاورة وبحيث يكون هناك حيزا مناسبا للعمال للقيام بأعمالهم علي الوجه الأكمل . أو الحفر الرأسي علي المناسيب و القطاعات المذكورة بالرسومات ، مع عمل شدات قوية مناسبة لصلب الجوانب وتكون كافية لحماية العاملين بالحفر . يقدم المقاول خطة العمل و الميول أو الشدة المختارة للاستشاري للاعتماد قبل البدء في العمل .يراعي الحفر حتى منسوب أقل ١٠ سم من منسوب التأسيس ثم استكمال الحفر يدويا لعدم قلقله الأرض الطبيعية . يقوم المقاول تحت مسئوليته بتشوين الأتربة الناتجة من الحفر – مؤقتا – في أي مكان وذلك إذا كان هناك خطرا علي جوانب الحفر أو عرقلة المرور أو الأفراد.

في حالة وجود أساسات أو مباني قديمة قد تعترض الحفر ، فعلي المقاول أخطار الاستشاري قبل أزالة تلك الأساسات . وعلي المقاول أزالة هذه الأساسات بعمق يزيد ٢٥ سم عن منسوب قاع الأساسات . يعتبر ناتج الحفر ملكا للمالك في حالة رغبته في الأستفادة به في أي مشروع . وفي حالة زيادة عمق الحفر عن العمق التصميمي ، يقوم المقاول بصب خرسانة عادية علي نفقته الخاصة حتى العمق التصميمي . وتكون أي زيادة في الحفرعن الرسومات التصميمية , لا يحاسب عليها المقاول .

و إذا أحتاج الأمر نزح للمياه الأرضية وتجفيف الموقع ، يجب أن تعتمد هذه الطريقة من الاستشاري قبل التنفيذ . وعلي المقاول عمل الترتيب اللازم لصرف المياه في المجاري العمومية ، كما يكون المقاول مسئولا عن سلامة المنشآت المجاورة من جراء النزح الخاطئ للمياه الأرضية ، كما يؤمن المقاول عملية النزح المستمر وأن أقتضي الأمر أن تكون ٢٤ ساعة . والمقاول مسئول عن حدوث أي فوارات تحدث منسوب التأسيس وتتسبب في قلقلته وعدم صلاحيته للتأسيس .

التربة العادية :

تعني جميع أنواع التربة المكونة من الطين أو الرمل والتي يمكن الحفر فيها بالأدوات اليدوية (فأس – حجاري – كوريك٠٠٠٠) كما أن الصخور المفككة أو المنفصلة التي يقل حجمها عن ١ م٣ والمدفونة بالتربة ، تقع ضمن تصنيف التربة العادية .

التربة الحجرية شديدة التماسك :

تشمل أنواع التربة الطبيعية الواقعة بين التربة العادية والصخرية ، ولا يتسني الحفر فيها بالطرق اليدوية ، وإنما تحتاج الي حرث وتفكيك قبل القطع والتحميل .

الصخور :

يعرف الصخر بأنه المادة التي لا يمكن أزالتها بوسائل الحفر العادية ويتطلب لأزالتها استخدام شواكيش الهواء مع ضواغط الهواء Compressors أو الشواكيش الهيدروليكية المركبة علي الحفارات أو باستخدام محراث البلدوزرRibber أو استخدام المتفجرات أو المطارق اليدوية والأسافين . كذلك ، كتل الأحجار أو الصخور أو الخرسانات القديمة التي تتواجد في الحفر مفككة ، والتي يتجاوز حجمها ١م٣.

صلب جوانب الحفر: Bracing And Shoring

يقدم المقاول مقترحاته للمهندس الأستشاري عن صلب جوانب الحفر من ناحية اختيار نوع الشدة و تصميمها و أبعادها قبل البدء في التنفيذ للاعتماد . يجب أن تؤمن هذه الصلبات العاملين في المشروع وحماية جوانب الحفر من الانهيار وتأمين المنشآت من الهبوط . ويجوز ترك الصلبات إذا رأي الاستشاري ضرورة تركها داخل الحفر والردم تأمينا لعدم حدوث أي هبوط للمباني المجاورة علي أن يعوض المقاول عن قيمتها.

نزح المياه الأرضية : Ground Water Control

يقدم المقاول الدراسات الجيوتكنيكية والخاصة بالتحكم في مياه الرشح وأعمال وطريقة النزح الجوفي للمهندس الاستشاري ، ويتم تقديم التصميمات اللازمة من مكتب استشاري معتمد للدراسة والاعتماد.

أعمال الحفـــر:

يمكن تقسيم أعمال الحفر إلي:

١ - الحفر اليدوي :

ويفضل العمل بها في الأماكن الضيقة أو التي تزدحم بالمرافق وتكون بكميات صغيرة مثل الشوارع المزدحمة ذات الكثافة المرورية العالية.

٢ - الحفر الميكانيكي :

يفضل العمل بها في الأماكن الواسعة والخالية من المرافق ، وأن تكون بكميات كبيرة .

أولا : الحفر اليدوي:

الميول الآمنة لجوانب الحفر:

الميول الآمنة للحفر المكشوف

نوع التربة	الميـــــل الآمن (أفقي : رأسي)
صخور متماسكة – زلط ورمل متماسك	١ : ٠
زلط مدموك ومتدرج	١ : ٠,٥
طين رطب	١ : ١
زلط مستدير	١ : ١,٢٥
رمل جاف	١ : ١,٥
أرض طينيه جافه	١ : ١,٧٥
زلط ورمل مخلوط	١ : ٢
رمل مبلل	١ : ٢,٥
طين مبلل	١ : ٣,٥

أولا : معدلات أعمال الحفر اليدوي :

معدلات الحفر اليدوي في قواعد الأساسات منفصلة

العمق (متر)		أرض عادية (م٣)	أرض متماسكة يستخدم فيها الحجارى (م٣)	أرض صخرية (م٣)	ملاحظـــــــــات
من	إلى				
صفر	١,٥	٣	٢,٥	٠,٧٥	* مسافة التشوين
١,٥	٢	٢,٦٥	٢,١	٠,٦٥	= ١٠ متر
٢	٣	٢,٢٥	١,٦٥	٠,٥٥	* الوردية = ٨ ساعات .
٣	٤	١,٧٥	١,٢٥	٠,٤٥	
٤	٥	١,٥	١	٠,٣٥	
٥	٦	١,٢٥	٠,٧٥	٠,٣٥	
٦	٧	١	٠,٦٥	٠,٢٥	
٧	٨	٠,٧٥	٠,٥٠	٠,٢٥	

معدلات الحفر اليدوية في ترانشات المواسير

المعدلات م٣ / وردية			نوع العمل	العدد		العمق	ملاحظـــات
أرض شديدة التماسك	أرض متماسكة	أرض عادية		شايل	فواس		
٥	٦	٧	بدون شدة	١	١	صفر – ١,٥	* مسافة التشوين
٦	٨	١٠	بدون شدة	٢	١	١,٥ – ٢	= ١٠ متر
٤	٦	٨	بدون شدة	٢	١	٢ – ٣	* الوردية = ٨ ساعات .
٤	٦	٨	داخل الشدة	٣	١	٣ – ٤	
٧	٨	٩	داخل الشدة	٤	١	٤ – ٥	
٣	٤	٥	داخل الشدة	٤	١	٥ – ٦	
٢,٥	٣	٤	داخل الشدة	٤	١	٦ – ٧	
٢	٢,٥	٣	داخل الشدة	٤	١	٧ – ٨	

ملاحظات :

١ – في حالة العمل أسفل منسوب مياه الرشح ، ينخفض المعدل بمقدار ٢٥٪ .

٢ – المقاس هندسي .

وزن المتر المكعب من أنواع التربة المختلفة ومعامل الانتفاش

نوع التربة	معامل الانتفاش	وزن المتر المكعب كجم / م٣
طينية جافة	٠,١٧	١٣٠٠
طينية مبتلة	٠,٢٤	١٩٠٠
رملية جافة	٠,١٢	٢٠٠٠
رملية مبتلة	٠,١١	٢٢٥٠
زلطية جافة	٠,١٢	١٩٠٠
زلطية مبتلة	٠,١١	٢٠٠٠
طمي	٠,٢٠	١٦٠٠
طمي متماسك	٠,١٠	٢٠٠٠
طفلية	٠,٢٠	١٧٠٠
صخور متكسرة	٠,٣٥	١٢٠٠– ٢٤٠٠

ثانيا : الحفر الميكانيكي :

لتقدير الإنتاج اليومي لأي معدة ميكانيكية ، يلزم دراسة معاملات التصحيح المؤثرة في الأنتاجية النهائية للمعدة ، هذه المعاملات هي :

١ – كفاءة سائق المعدة : سائق ممتاز أو متوسط أو رديء .

٢ – كفاءة المعدة : معدة جديدة أو مستعملة أو رديئة .

٣ – كفاءة الرؤية : أي الظروف الجوية مثل الضباب أو الشبورة أو الغبار ٠٠٠

٤ – كفاءة وظروف العمل : زمن العمل خلال الساعة الواحدة (٥٠ دقيقة / الساعة أو ٤٠دقيقة / الساعة)

ولاستنتاج الأنتاجية الصحيحة للمعدة ، يتم ضرب معاملات التصحيح × أنتاجية كل معدة .

أنواع المعدات المستخدمة في تحريك التربة و معــــدلاتها

أولا : البلدوزرات:

١ – بلدوزرات علي كاتينة Track Dozers

٢ – بلدوزرات علي كاوتش Wheel Dozers

ثانيا : اللوادر :

١ – لودر علي كاتينة Track Loaders

٢ – لودر علي كاوتش Wheel Loaders

٣ – لودر حفار Backhoe Loader

٤ – لودر غير مفصلي Steer Loader

ثالثا : الحفارات :

١ – حفار علي كاتينة Track Backhoe

٢ – حفار علي كاوتش Backhoe Loader

٣ – حفار مزود بثقل توازن Hydraulically Controlled Counterweight Backhoe

٤ – حفار بقادوس أمامي Front Shovel Excavator

٥ – الحفارة ذات القواديس Chained Bucket Excavator

رابعا : الكراكات :

١ – كراكة دراج لاين Dragline

٢ – ونش مزود بكباش Grabbing Crane (Clamp Shell)

٣ – كراكات التطهير Dredges

خامسا : القصابيات:

١ – قصابيات مجرورة Towed Scrapers

٢ – قصابيات آلية Motorized Scrapers ، وتنقسم الي :

أ – قصابية ذات الموتور الواحد Standard Single Engine Scraper

ب – القصابية المزودة بموتورين Double Engine Scraper

ج – القصابية ذات ٤ عجلات للجر ٤ Wheel Traction Scraper

د – القصابية ذاتية التحميل Self Loding Scraper

هـ – القضابية الدافعة والساحبة Push - Pull Scraper

سادسا : الترنشر :

١ – ترنشر ساقية Whweel Trencher

٢ – ترنشر سلمي Ladder Trencher

سابعا : سيارات النقل :

١ – القلاب الخلفي .

٢ – القلاب نصف مقطورة.

٣ – القلاب بمقطورة .

٤ – دنبر المحاجر.

أولا : البلدوزر

يعتبر البلدوزر من المعدات الأساسية في نقل وتحريك التربة – شكل (١) ، ويمتاز البلدوزر علي كاتينة بما يلي :

البلدوزر علي كاتينة :



شكل (١)

البلدوزر علي كاتينة **Crawler Bulldozer**

** يعمل في ترحيل وتحريك التربة لمسافات قصيرة في الأراضي الوعرة أو الجبلية وكذلك الحفر في التربة الشديدة التماسك . يمكنة أيضا فرش وتسوية الأراضي .

** يمكنه العمل كدفاع للقصابيات أثناء عملية تحميلها للتربة.

** ضغطه علي سطح التربة أقل حيث يتوزع الحمل علي الكتينة فيقلل من أحتمال الغرز في الأراضي الرخوة أو المبللة.

** يحتاج الي بطاح (جرار) لنقلة من مكان لآخر .

البلدوزر علي عجلات :

وهو يماثل البلدوزر علي كاتينة – شكل (٢) ، إلا أنه يمتاز بما يلي :

** أكثر مرونة وأسع حركة ولكن أنتاجيتة أقل من البلدوزر السابق.

** يمكنه العمل في الأراضي الأقل وعورة ولا يستطيع العمل في الأراضي المبللة أو الجليد.

** يعمل علي ٤ عجلات للجر ولا يعمل كدفاع Pusher للقصابيات.

** يحتاج الي جرار لنقلة أبعد من مسافة ٥ كم .

** يمكنه العمل داخل المدن حيث لا يتلف الأسفلت كما أن له قدرة كبيرة علي المناورة.



شكل (٢)

بلدوزر علي كاوتش

ملاحظات :

سكينة البلدوزر تأخذ عدة أشكال لتناسب طبيعة العمل ونوع التربة شكل (٣) . الأنواع الشائعة لسكاكين البلدوزر هي :

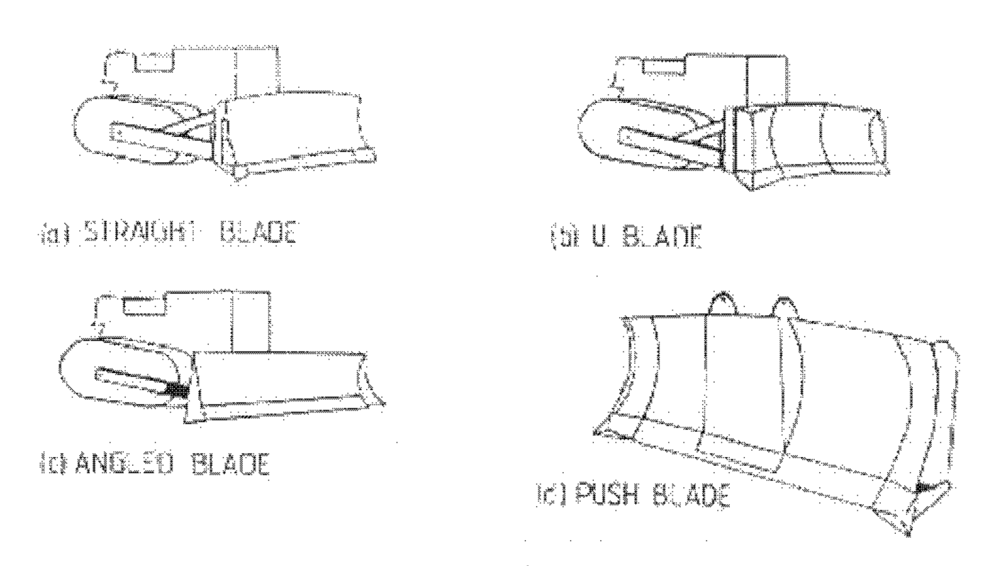
** السكينة المستقيمة Straight Blade وتستخدم في العمل في التربة المتماسكة.

** السكينة المقعرة U Blade وتستخدم في العمل في التربة السائبة.

** السكينة المائلة A- Blade or Angling Blade ويتم تثبيتها بزاوية علي الأتجاه الأفقي ، وتستخدم لكسح الأتربة علي أحد الجانبين مثل ترانشات المواسير أو الردم بجوار الحوائط.

** سكينة الدفاع Cushion Blade أو C-Blade : تثبت علي برواز في مقدمة البلدوزر علي شكل حرف C وتستخدم لدفع الفصابيات أثناء العمل.

وبالنسبة للنوعين الأولين من سكاكين البلدوزر ، فإنه يمكن أمالتهم Tilting بحيث يمكن لحرفها من أقتلاع الصخور – شكل (٣) .



شكل (٣)

أشكال سكينة البلدوزر

** <u>معاملات التصحيح :</u>

	ممتاز	متوسط	رديء
أولا : سائق المعدة :			
	١	٠,٧٥	٠,٦٠
ثانيا : كفاءة المعدة :	١	٠,٧٥	٠,٦٠

ثالثا : مدي الرؤية (ضباب – غبار – ليل – شبورة) : ٨٠٪

رابعا : كفاءة وظروف العمل : عمل ٥٠ دقيقة / ساعة ٨٣٪

عمل ٤٠ دقيقة / ساعة ٦٧٪

بلدوزر علي كاتينة
Track Bulldozer
تربة عادية جافة – أرض مستوية

القدرة (حصان)	مسافة الترحيل (متر)				ملاحظـــات
	١٢٠ متر	٩٠ متر	٦٠ متر	٣٠ متر	
٧٥ (D٤)	٧٠	١٠٠	٢٠٥	٤٥٠	العمل لمدة ٨ ساعات كاملة
١٠٥(D٥)	١٣٥	١٨٠	٣١٥	٦٨٠	
١٤٠ (D٦)	١٩٠	٢٧٥	٤٥٠	٨٤٠	
١٨٠ (D٧)	٣١٥	٤٥٠	١٨٠	١٢٧٠	
٢٧٠ (D٨)	٥٢٠	٦٨٠	٩٩٥	١٨١٠	
٣٨٥ (D٩)	٧٩٥	١٠١٥	١٤٤٥	٢٤٩٠	

ملاحظات :

١ – يتم ضرب معاملات التصحيح السابق ذكرها وكذلك المعاملات التالية × إنتاجيه المعدة لاستنتاج الأنتاجيه الفعلية للمعدة .

٢ – في حالة العمل في تربة رطبة Damp ينخفض المعدل إلي ٩٠٪ .

٣ – في حالة العمل في تربة مبللة Wet ، ينخفض المعدل إلي ٧٥٪ .

٤ – في حالة العمل في تربة مفككة ، يزداد المعدل إلي ١٢٠٪ .

٥ – في حالة استخدام البلدوزر ذو السكينة الزاوية Angling Blade ينخفض المعدل إلي ٧٠٪ .

٦ – في حالة استخدام البلدوزر ذو السكينة المجوفة Bowl Blade يزاد المعدل إلي ١٢٠٪ .

٧ – في حالة العمل في أرض منحدره إلي أسفل بميل ١٠٪ ، يزاد المعدل إلي ١١٥٪ .

٨ – في حالة العمل في أرض منحدره إلي أعلي بمقدار ١٠٪ ، يقل المعدل إلي ٨٥٪ .

بلدوزر علي كاتينة
Track Bulldozer
تربة طينية جافة Dry clay

القدرة (حصان)	مسافة الترحيل (متر)				ملاحظـــــــات
	١٢٠ متر	٩٠ متر	٦٠ متر	٣٠ متر	
٧٥ (D٤)	٦٠	١٠٠	١٩٠	٤٣٠	العمل لمدة ٨ ساعات كاملة
١٠٥ (D٥)	١٣٠	١٧٠	٣٠٠	٦٤٠	
١٤٠ (D٦)	١٨٥	٢٦٠	٤٣٠	٧٩٥	
١٨٠ (D٧)	٣٠٠	٤٣٠	٦٤٠	١٢٠٠	
٢٧٠ (D٨)	٤٩٠	٦٤٠	٩٤٠	١٧١٠	
٣٨٥ (D٩)	٧٥٠	٩٦٥	١٣٧٠	٢٣٥٥	

ملاحظات :

١ – يتم ضرب معاملات التصحيح السابق ذكرها وكذلك المعاملات التالية × إنتاجية المعدات المذكورة للحصول علي الأنتاجيه الفعلية للمعدة .

٢ – في حالة العمل في تربة مبللة ، ينخفض المعدل إلي ٧٥٪ .

٣ – في حالة العمل في تربة طينية مفككه ، يزاد المعدل إلي ١١٥٪ .

٤ – في حالة استخدام البلدوزر ذو السكينة الزاوية يقل المعدل إلي ٧٥٪ .

٥ – في حالة استخدام البلدوزر ذو السكينة المجوفة يزاد المعدل إلي ١٢٥٪ .

٦ – في حالة العمل في أرض منحدرة إلي أسفل بمقدار ١٠٪ ، يزاد المعدل إلي ١١٥٪ .

٧ – في حالة العمل في أرض منحدرة إلي أعلي بمقدار ١٠٪ ، يقل المعدل إلي ٨٥٪ .

بلدوزر علي كاتينة
Track Bulldozer
صخور ضعيفة أو نواتج التفجير – أرض مستوية

القدرة (حصان)	مسافة الترحيل (متر)				ملاحظات
	١٢٠ متر	٩٠ متر	٦٠ متر	٣٠ متر	
٧٥ (D٤)	٤٥	٧٥	١٤٥	٣٣٠	العمل لمدة ٨ ساعات
(D٥)١٠٥	١٠٠	١٣٠	٢٣٠	٤٩٥	
(D٦)١٤٠	١٣٥	٢٠٠	٣٣٠	٦١٠	
(D٧)١٨٠	٢٣٠	٣٣٠	٤٩٥	٩٢٥	
(D٨)٢٧٠	٣٨٠	٤٩٥	٧٢٥	١٣٢٠	
(D٩) ٣٨٥	٥٨٠	٧٤٠	١٠٥٥	١٨٢٠	

ملاحظات :

١ – يتم ضرب معاملات التصحيح السابق ذكرها وكذلك المعاملات التالية × إنتاجية المعدة المذكورة للحصول علي الأنتاجيه الفعلية

٢ – في حالة العمل في الأرض المنحدرة إلي أسفل ، يكون المعدل ١١٥٪ .

٣ – في حالة العمل في أرض منحدره إلي أعلي ، يكون المعدل ٨٣٪ .

بلدوزر علي كاتينة
Track Bulldozer
أرض رملية مستوية

القدرة (حصان)	مسافة الترحيل (متر)				ملاحظات
	١٢٠ متر	٩٠ متر	٦٠ متر	٣٠ متر	
٧٥ (D٤)	٧٥	١١٥	٢٣٠	٥٠٥	العمل ٨ ساعات
١٠٥(D٥)	١٥٠	٢٠٠	٣٥٠	٧٥٠	
١٤٠ (D٦)	٢١٥	٣٠٠	٥٠٥	٩٢٥	
١٨٠ (D٧)	٣٥٠	٥٠٥	٧٥٠	١٤٠٥	
٢٧٠ (D٨)	٥٧٥	٧٥٠	١١٠٠	٢٠٢٠	
٣٨٥ (D٩)	٨٨٠	١١٣٠	١٦٠٥	٢٧٦٠	

ملاحظات :

١ - يتم ضرب المعدلات المذكورة × معاملات التصحيح السابق ذكرها والمعاملات التالية للحصول علي الأنتاجية الفعلية للمعدة .

٢ - العمل في تربة رملية رطبة ، يكون المعدل ٩٢٪ .

٣ - العمل في تربة رملية مبللة ، يكون المعدل ٨٥٪ .

٤ - في حالة استخدام البلدوزر ذو السكينة الزاوية ، يكون المعدل ٧٠٪ .

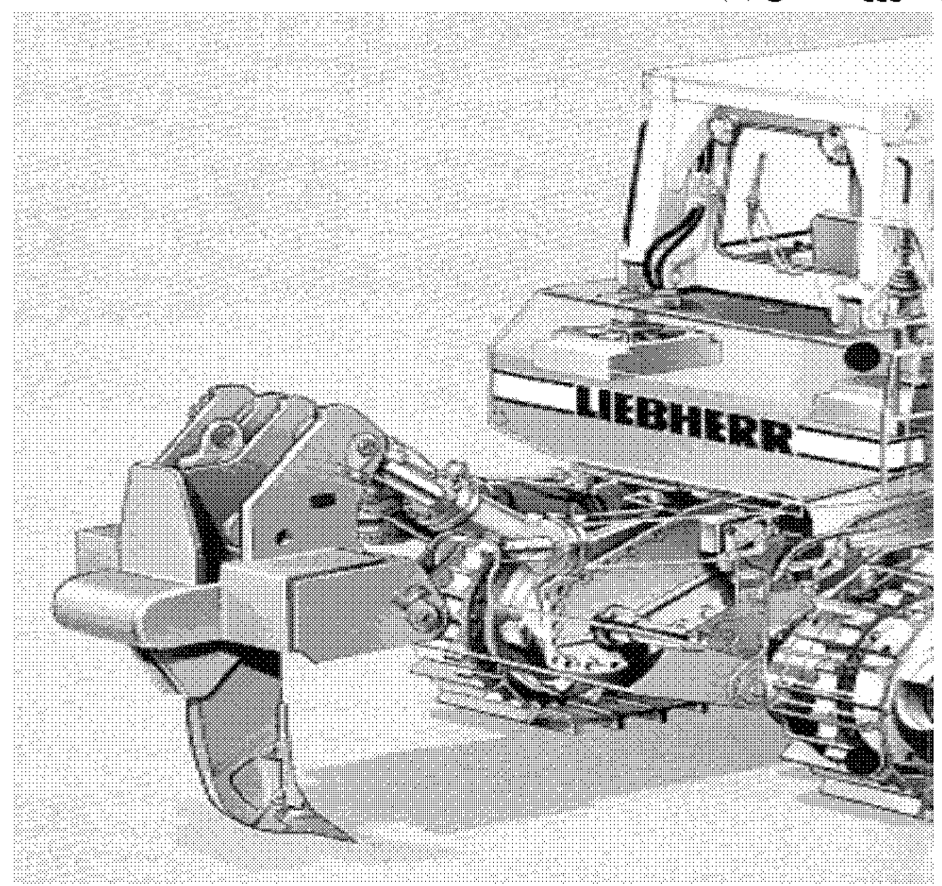
٥ - في حالة استخدام البلدوزر ذو السكينة المجوفة ، يكون المعدل ١٢٠٪ .

٦ - في حالة العمل في أرض منحدرة إلي أعلي بنسبة١٠٪ ، يقل المعدل إلي ٨٥٪ .

٧ - في حالة العمل في أرض منحدرة إلي أسفل بنسبة ١٠٪ ، يزيد المعدل إلي ١١٣٪ .

محراث البلدوزر Ribber

محراث البلدوزر – شكل (٤).



شكل (٤)

محراث البلدوزر

ملاحظات :

١ – يتم ضرب المعدلات المذكورة بالمنحنيات × معاملات التصحيح السابق ذكرها للحصول علي الأنتاجية الفعلية للمعدة .

٢ – أقل قدرة للبلدوزر المستخدم هي ١٥٠ حصان ، وكلما زادت قوة الصخر ، زادت قدره البلدوزر .

٣ – السرعة المناسبة للبلدوزر من ١ – ٢ متر لتحقيق أعلي إنتاجية .

٤ – ينصح بتركيب ٣ محراث للبلدوزر (في حالة سماح الظروف) ، وهذا لصالح المعدة والمحاريث .

٥ – يمكن الحفر لعمق ١ متر في طبقات الصخر الضعيف .

٦ – المسافة بين مشوار المحراث والتالي له = ١ – ١,٥ متر في طبقات الصخر القوية ، بينما تكون ٢ – ٢,٥ متر في طبقات الصخر المفتتة .

٧ – يوفر التكسير بهذه الطريق حوالي ٨٠٪ عن طريقة النسف .

٨ – يمكن تزويد الجريدر واللودر علي كاتينة بهذه الأظافر للعمل في تكسير الصخور .

معدلات أنتاج المحراث

قدرة المعدة (حصان)	معـــدلات الأنتـــاج (متر مكعب / ساعة)				
	صخور ضعيفة	صخور متوسطة	صخور متوسطة الي صلبة	صخور صلبة	صخور شديدة الصلابة
١٠٠	٤٠٠	٢٠٠	–	–	–
٢٠٠	٦٠٠	٢٢٠	٢٠	–	–
٣٠٠	٨٠٠	٤٠٠	٢٠٠	=	–
٤٠٠	١٢٠٠	٦٠٠	٣٥٠	١٥٠	–
٥٠٠	–	٨٠٠	٥٠٠	٣٥٠	٢٠٠
٦٠٠	–	١١٠	٧٠٠	٥٥٠	٣٥٠
٧٠٠	–	–	١٠٠٠	٧٠٠	٤٥٠

ثانيا : اللـــوادر

تنقسم اللوادر الي ما يلي :

١ – لودر علي كاتينة

يستخدم هذا النوع من اللوادر في :

** الحفر في الأماكن الضيقة في تربة عادية أو متماسكة وتحميل السيارات بناتج الحفر أو القيام بتشوينها .

** العمل في المحاجر والكسارات والأراضى الغرز أو المبتلة.

** يحتاج الي بطاح (جرار) لنقلة من مكان الي آخر ولا يستحب عملة علي الأسفلت.



شكل (٥)

لودر علي كاتينة

٢ – لودر علي كاوتش :

يمتاز هذا النوع من اللوادر بما يلي :

** يعمل في تحميل السيارات أو أقماع محطات خلط الخرسانة المركزية :

** يمكنه الحفر في التربة العادية أو المفككة وتحميل أو تشوين ناتج الحفر.

** يمكن تجهيزة للعمل كرافع أو ونش شوكة.

** سهل المناورة للعمل في الأماكن الضيقة.

** يصلح للعمل في المدن وعلي الأسفلت .

** لا يحتاج الي جرار لحملة (حتى مسافة ٥ كم)

<u>ملاحظة :</u>

جرادل اللوادر و وظائفها – شكل (٧) .



شكل (٦)

لودر علي عجلات

أنواع أخري من اللوادر :

** لودر غير مفصلي Steer Loader : وهو من اللوادر الخفيفة التي تعمل في الأماكن الضيقة – شكل (٨).

** لودر حفار : ويعمل حفار ولودر في الأعمال الخفيفة خاصة داخل المدن . يمتاز بخفة الحركة والمرونة في العمل – شكل (٩).







تحميل كتل الأخشاب من الغابات

<u> معاملات التصحيح :</u>**

	ممتاز	متوسط	رديء
أولا : سائق المعدة :	١	٠,٧٥	٠,٦٠
ثانيا : كفاءة المعدة :	١	٠,٧٥	٠,٦٠

ثالثا : مدي الرؤية (ضباب – غبار – ليل – شبورة) : **٨٠٪**

رابعا : كفاءة وظروف العمل : **عمل ٥٠ دقيقة / ساعة** **٨٣٪**

عمل ٤٠ دقيقة / ساعة **٦٧٪**

(a) GENERAL PURPOSE BUCKET (b) ROCK BUCKET (c) ROCK BUCKET

DOZER SHOVEL CLAMSHELL SCRAPER

شكل (٧)

سكينة اللودر



شكل (٨)

لودر غير مفصلي



شكل (٩)

لــودر حفار

لوادر على كاتينة
Track loaders
أرض مستوية صخور ضعيفة و نواتج التفجير (مشونة)

القدرة (حصان)	مسافة الترحيل (متر)					حجم القادوس م٣	ملاحظات
	٦٠ متر	٤٥ متر	٣٠ متر	١٥ متر	صفر		
٦٢	١٤٥	١٧٠	٢٠٠	٢٣٠	٤٤٠	٠,٧٦	العمل ٨ ساعات
٨٠	٢٠٠	٢٣٥	٣٠٥	٣٩٠	٦٥٥	١,١٥	
١٣٠	٢٨٥	٣٣٥	٤١٠	٦٠٠	٨٧٥	١,٥٣	
١٩٠	٣٣٠	٣٩٠	٥١٠	٧٥٥	١٠٩٥	١,٩١	
٢٧٥	٧٢٠	٩٢٥	١١٤٥	١٥٠٥	٢١٩٠	٤,٢	

<u>ملاحظات :</u>

١ - يتم ضرب المعدلات المذكورة × معاملات التصحيح السابق ذكرها والمعاملات التالية للحصول علي الأنتاجية الفعلية للمعدة .

٢ - في حالة العمل في أرض منحدرة إلي أعلي بنسبة ١٠٪ ، ينخفض المعدل بمقدار ٩١٪ .

٣ - في حالة العمل في أرض منحدرة إلي أسفل بمقدار ١٠٪ ، يزيد المعدل إلي ١١١٪ .

لودر على كاتينة
Track loader
أرض طينية جافة مستوية

القدرة (حصان)	مسافة الترحيل (متر)					حجم القادوس م٣	ملاحظات
	٦٠ متر	٤٥ متر	٣٠ متر	١٥ متر	صفر		
٦٢	١٨٥	٢١٥	٢٦٥	٣١٠	٦٢٥	٠,٧٦	العمل ٨ ساعات
٨٠	٢٥٥	٣٠٠	٣٩٥	٥٢٠	٩٤٠	١,١٥	
١٣٠	٣٦٥	٤٣٠	٥٢٥	٨١٥	١٢٥٥	١,٥٣	
١٩٠	٤٣٠	٤٩٥	٦٦٠	١٠١٥	١٥٦٥	١,٩١	
٢٧٥	٩١٠	١١٨٦	١٥١٥	٢٠٣٥	٣١٤٠	٤,٢	

ملاحظات :

١ – يتم ضرب المعدلات السابقة × معاملات التصحيح السابق ذكرها وكذلك المعاملات التالية للحصول علي الأنتاجية الفعلية للمعدة .

٢ – في حالة العمل في تربه متماسكة ، يكون المعدل = ٨٠٪ .

٣ – في حالة العمل في تربه مبلله ، يكون المعدل ٩٠٪ .

٤ – في حالة العمل في أرض منحدرة إلي أسفل بنسبة ١٠٪ ، يزيد المعدل إلي ١١٤٪ .

٥ – في حالة العمل في تربة منحدرة إلي أعلي بنسبة ١٠٪ ، يكون المعدل = ٧٦٪ .

لودر على كاتينة
Track loader
أرض عادية جافة مستوية

القدرة حصان	مسافة الترحيل (متر)					حجم القادوس م٣	ملاحظات
	٦٠ متر	٤٥ متر	٣٠ متر	١٥ متر	صفر		
٦٢	٢٠٠	٢٣٥	٢٩٠	٣٣٠	٧٢٠	٠,٧٦	العمل ٨ ساعات
٨٠	٢٧٠	٣٢٥	٤٣٥	٥٨٥	١٠٨٠	١,١٥	
١٣٠	٣٩٥	٤٦٥	٥٨٠	٩٠٥	١٤٣٥	١,٥٣	
١٩٠	٤٥٠	٥٤٠	٧٢٥	١١٣٥	١٧٩٥	١,٩١	
٢٧٥	٩٨٥	١٣٠٥	١٦٥٥	٢٢٦٥	٣٥٩٠	٤,٢	

ملاحظات :

١ – يتم ضرب المعدلات المذكورة × معاملات التصحيح السابق ذكرها والمعاملات التالية للحصول علي الأنتاجية الفعلية للمعدة .

٢ – في حالة العمل في التربة الرطبة ، يكون المعدل ٩٦٪ .

٣ – في حالة العمل في التربة المبللة ، يكون المعدل ٨٩٪ .

٤ – في حالة العمل في أرض متماسكة ، يكون المعدل ٨٠٪ .

٥ – في حالة العمل في أرض منحدرة إلي أسفل بمقدار ١٠٪ ، يكون المعدل ١١٤٪ .

٦ – في حالة العمل في أرض منحدرة إلي أعلي بمقدار ١٠٪ ، يكون المعدل ٨٤٪ .

لودر على كاتينة
loader - Track type
أرض رمليه مستوية

القدرة (حصان)	مسافة الترحيل (متر)					مكعب القادوس م٣	ملاحظات
	٦٠ متر	٤٥ متر	٣٠ متر	١٥ متر	صفر		
٦٢	٢٠٠	٢٣٥	٢٩٥	٣٣٥	٧٦٠	٠,٧٦	العمل ٨ ساعات
٨٠	٢٨٠	٣٣٠	٤٤٥	٥٩٠	١١٢٥	١,١٥	
١٣٠	٣٩٥	٤٧٥	٥٩٥	٩٤٠	١٥٢٠	١,٥٣	
١٩٠	٤٦٠	٥٤٥	٧٤٥	١١٧٥	١٩٠٥	١,٩١	
٢٧٥	٩٩٥	١٣٢٥	١٦٩٥	٢٣٥٥	٣٨١٠	٤,٢	

ملاحظات :

١ - يتم ضرب المعدلات المذكورة × معاملات التصحيح السابق ذكرها والمعاملات التالية للحصول علي الأنتاجية الفعلية للمعدة .

٢ - في حالة العمل في التربة الرطبة ، يكون المعدل ٩٧٪ .

٣ - في حالة العمل في التربة المبللة ، يكون المعدل ٩٦٪ .

٤ - في حالة العمل في تربة متماسكة ، يكون المعدل ٨٠٪ .

٥ - في حالة العمل في أرض منحدرة إلي أسفل بمقدار ١٠٪ ، يكون المعدل ١١٥٪ .

٦ - في حالة العمل في تربة منحدرة إلي أعلي بمقدار ١٠٪ ، يكون المعدل ٨٥٪ .

لودر على كاوتش
wheel loader
تربة عادية جافة

القدرة (حصان)	مسافة الترحيل (متر)					حجم القادوس م٣	ملاحظات
	١٥٠ متر	٩٠ متر	٦٠ متر	٣٠ متر	صفر		
٦٥	١٢٠	١٧٠	٢١٥	٣٤٠	٥٨٠	٠,٧٦	العمل ٨ ساعات
٨٠	١٥٥	٢٢٥	٣٠٠	٤٤٥	٨٧٥	١,١٥	
١٠٠	١٨٥	٢٩٠	٣٨٥	٥٩٥	١١٦٠	١,٥٣	
١٣٠	٢٦٥	٣٩٠	٥١٠	٧٤٥	١٤٥٥	١,٩١	
٢٦٠	٤٨٠	٧٠٥	٩٢٥	١٣٢٥	٢٣٤٦	٤,٢	
٥٥٠	٩٣٠	١٧٤٠	١٧١٠	٢٣٩٠	٣٩٤٠	٧,٦٥	

ملاحظات :

١ - يتم ضرب المعدلات المذكورة × معاملات التصحيح السابق ذكرها والمعاملات التالية للحصول علي الأنتاجية الفعلية للمعدة .

٢ – في حالة العمل في التربة الرطبة ، يكون المعدل ٩٧٪ .

٣ – في حالة العمل في التربة المبللة ، يكون المعدل ٨٨٪ .

لودر على كاوتش
wheel loader
صخور ضعيفة ونواتج تفجير
(تفجير جيد)

القدرة (حصان)	مسافة الترحيل (متر)					حجم القادوس م٣	ملاحظات
	١٥٠ متر	٩٠ متر	٦٠ متر	٣٠ متر	صفر		
٦٥	٩٠	١٢٥	١٥٥	٢٧٥	٣٧٠	٠,٧٦	العمل ٨ ساعات
٨٠	١٢٠	١٧٠	٢١٥	٣١٥	٥٥٥	١,١٥	
١٠٠	١٣٥	٢١٥	٢٨٠	٤١٥	٦٩٠	١,٥٣	
١٣٠	٢٠٠	٢٨٥	٣٦٥	٥٢٥	٩٢٥	١,٩١	
٢٦٠	٣٦٥	٥٢٥	٦٧٥	٩٤٥	١٥٥٠	٤,٢	
٥٥٠	٧٠٥	١٠٠٠	١٢٦٥	١٧٥٠	٢٦٧٥	٧,٦٥	

ملاحظات :

١ - يتم ضرب المعدلات المذكورة × معاملات التصحيح السابق ذكرها والمعاملات التالية للحصول علي الأنتاجية الفعلية للمعدة .

٢ - بالنسبة للتفجير الرديء ، يكون المعدل ٨٢٪ .

لودر على كاوتش
Wheel loader
طين جاف

القدرة (حصان)	مسافة الترحيل (متر)					حجم القادوس م٣	ملاحظات
	١٥٠ متر	٩٠ متر	٦٠ متر	٣٠ متر	صفر		
٦٥	١١٠	١٦٠	٢٠٠	٣١٠	٥١٠	٠,٧٦	العمل ٨ ساعات
٨٠	١٥٠	٢١٠	٢٨٠	٤١٠	٧٧٠	١,١٥	
١٠٠	١٧٥	٢٧٠	٣٥٥	٥٤٠	١٠٣٠	١,٥٣	
١٣٠	٢٤٥	٣٦٠	٤٦٠	٦٨٠	١٢٨٥	١,٩١	
٢٦٠	٤٥٥	٦٦٠	٨٦٦	١٢٢٠	٢١٠٠	٤,٢	
٥٥٠	٨٧٥	١٢٥٥	١٦٠٠	٢٢٠٠	٣٥٥٠	٧,٦٥	

ملاحظات :

١ - يتم ضرب المعدلات المذكورة × معاملات التصحيح السابق ذكرها والمعاملات التالية للحصول علي الأنتاجية الفعلية للمعدة .

٣ - في حالة العمل في التربة الطينية المبللة ، يكون المعدل ٩١٪ .

لودر على كاوتش
Wheel loader
رمال جافة

القدرة (حصان)	مسافة الترحيل (متر)					حجم القادوس م٣	ملاحظات
	٦٠متر	٤٥ متر	٣٠ متر	١٥ متر	صفر		
٦٥	١٢٠	١٧٠	٢١٥	٣٤٥	٥٩٥	٠,٧٦	العمل ٨ ساعات
٨٠	١٥٥	٢٣٠	٣٠٠	٤٥٥	٨٩٥	١,١٥	
١٠٠	١٨٥	٢٩٥	٣٨٥	٦٠٥	١١٩٠	١,٥٣	
١٣٠	٢٦٥	٣٩٠	٥٠٥	٧٥٥	١٤٩٠	١,٩١	
٢٦٠	٤٨٥	٧١٠	٩٣٠	١٣٤٠	٢٣٩٥	٤,٢	
٥٥٠	٩٣٥	١٣٥٠	١٧٣٠	٢٤٢٠	٤٠٠٥	٧,٦٥	

ملاحظات :

١ - يتم ضرب المعدلات المذكورة × معاملات التصحيح السابق ذكرها والمعاملات التالية للحصول علي الأنتاجية الفعلية للمعدة .

٢ - في حالة العمل في التربة الرملية المبللة ، يكون المعدل ٩٣٪ .

٣ - في حالة العمل في تربة رملية رطبة ، يكون المعدل ٩٦٪ .

ثالثا : الحفـارات

أنواع الحفارات :

١ - الحفار علي كاوتش: Mobile Excavator

يفيد هذا النوع من الحفارات فيما يلي :

١ – يصلح لأعمال حفر ترانشات المواسير أو لبشات الأساسات – شكل (١٠).

٢ – يستخدم كرافع بسيط لرفع الأثقال حتى ١,٥ طن وخاصة المواسير .

٣ – أمكانية تركيب المواسير وذلك برفعها وتنزيلها بالحفر ثم تركيبها ، مما ينعكس علي توفير كبير في نفقات التنفيذ.

٤ – يصلح للعمل داخل المدن حيث لا يتلف الأسفلت.

٥ – قدرة عالية في المناورة مع خفة الحركة.

٦ – يمكن أن يزود بكباش للحفر في أعماق تصل الي ١٩ متر – شكل (١١).

٧ – يمكن أن يزود بشاكوش هيدروليكي لتكسير الصخور والخرسانات – شكل (١٢) .

٨ – لا يحتاج الي بطاح لنقله من مكان لآخر حتى ٥ كيلو متر . للمسافات الأكبر ، يفضل استخدام البطاح .



شكل (١٠)

حفار علي كاوتش

تطبيقات علي أستخدام الحفارات علي كاوتش :





حفارات لتحميل جذوع الأشجار الخشبية





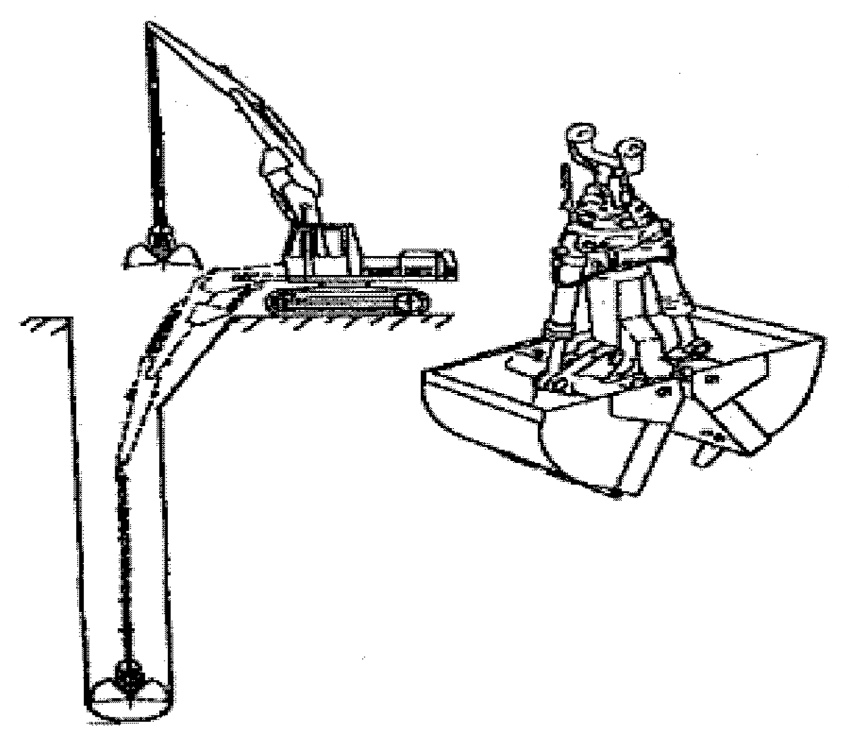
حفارات تحميل الخردة المعدنية والمخلفات



تحميل أو تفريغ المواد من الصنادل البحرية

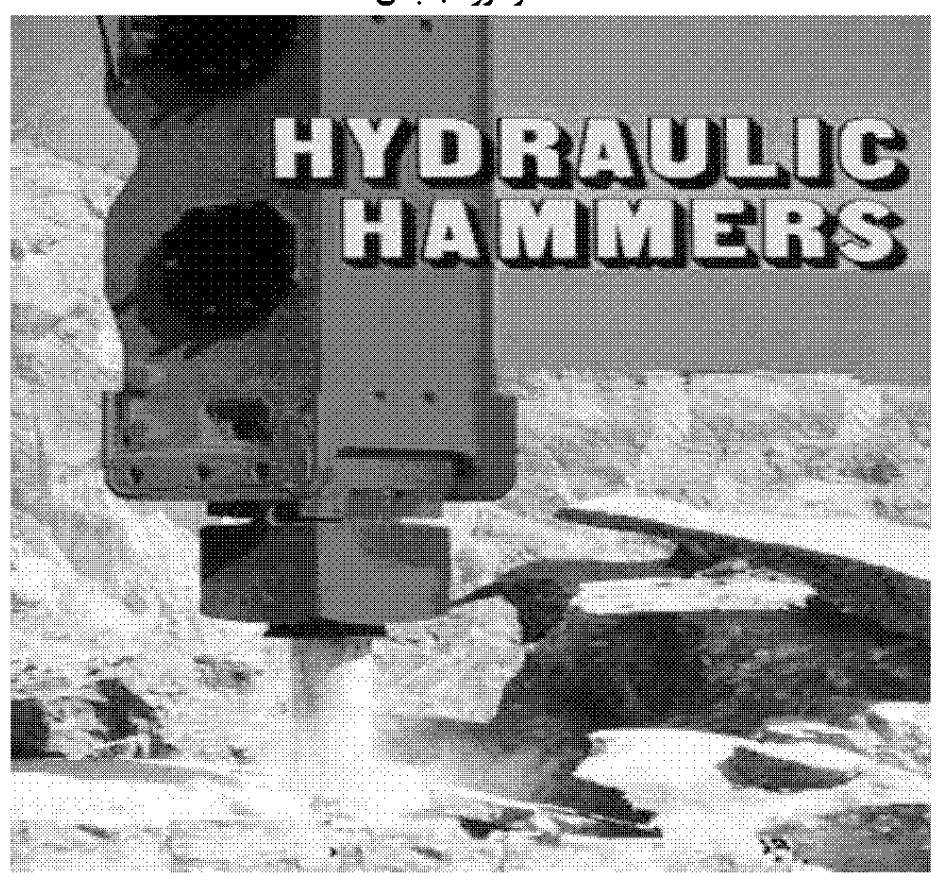


حفارات تحميل الخردة والمخلفات



شكل (١١)

حفار مزود بكباش



شكل (١٢)

شاكوش تكسير هيدروليكي - مركب علي حفار

٢ – الحفار علي كاتينة Track Excavator :

يماثل الحفار السابق في العمل ، إلا أنه :

١ – يتلف الأسفلت.

٢ – أقوي في الأداء .

٣ – يحتاج الي بطاح لنقلة من مكان لآخر – شكل (١٣).

٣ – الحفار بقادوس أمامي Front Showel :

١ – يكون عادة علي كاتينة – شكل (١٤) .

٢ – يصلح لتحميل نواتج التفجير والمحاجر وتحميل الصخور والأحجار.

٣ – يحتاج الي مساحات واسعة للعمل .

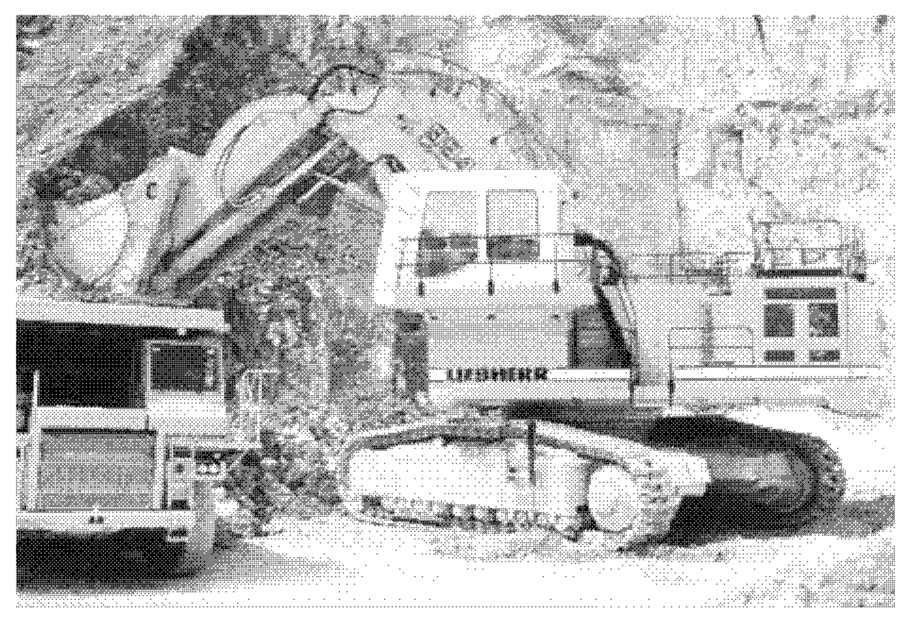
٤ – ينقل من مكان لآخر بواسطة الجرار .



شكل (١٣)

حفار علي كاتينة

تتراوح الأنتاجية لهذه المعدات من ٢٥٠ – ٣٠٠ م٣ / ساعة . تعتمد الأنتاجية علي نوع التربة ، كما لا تعمل هذه المعدة في الأرض المتماسكة أو الأرض شديدة التماسك .



شكل (١٤)

حفار بقادوس أمامي

٤ - الحفار المزود بثقل للتوازن Variable Counterbalance Excavator :

يمتاز هذا الحفار بطول ذراعة المفصلي ، حيث يمكنه الوصول الي نقطة تبعد ٢٠ متر مع حمل = ١,٣ م٣ من الأتربة بالقادوس – شكل (١٥) .

يعمل هذا الحفار في تطهير الترع والأنهار وضبط جوانب المحاري المائية.



شكل (١٥)

حفار بذراع طويل (قد يزود بثقل خلفي للتوازن)



شكل (١٥)

حفار بذراع طويل ذو ثلاثة أجزاء

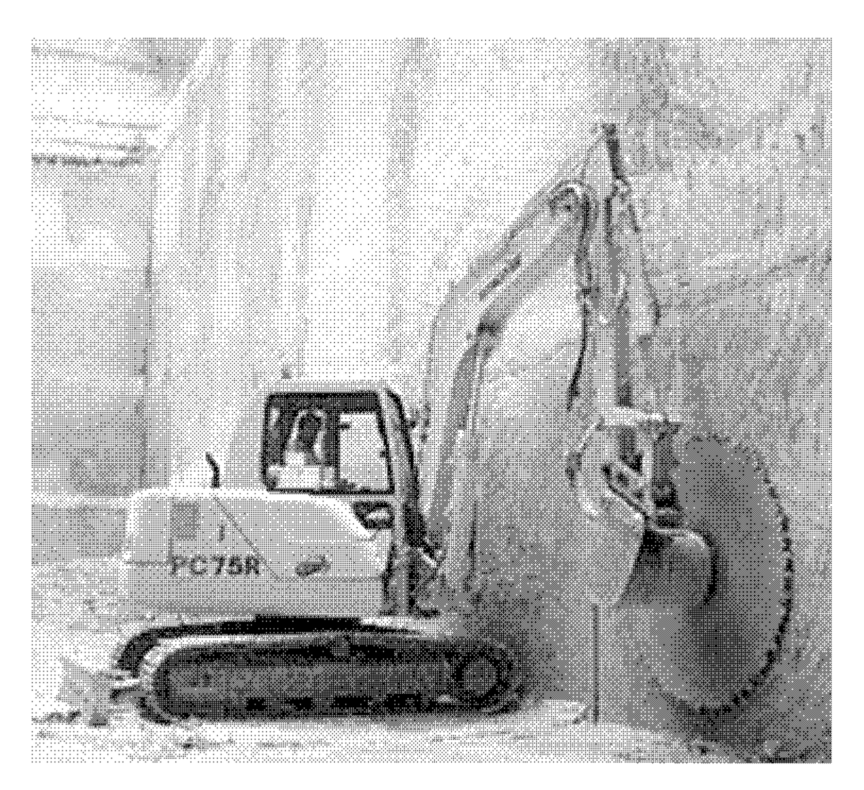


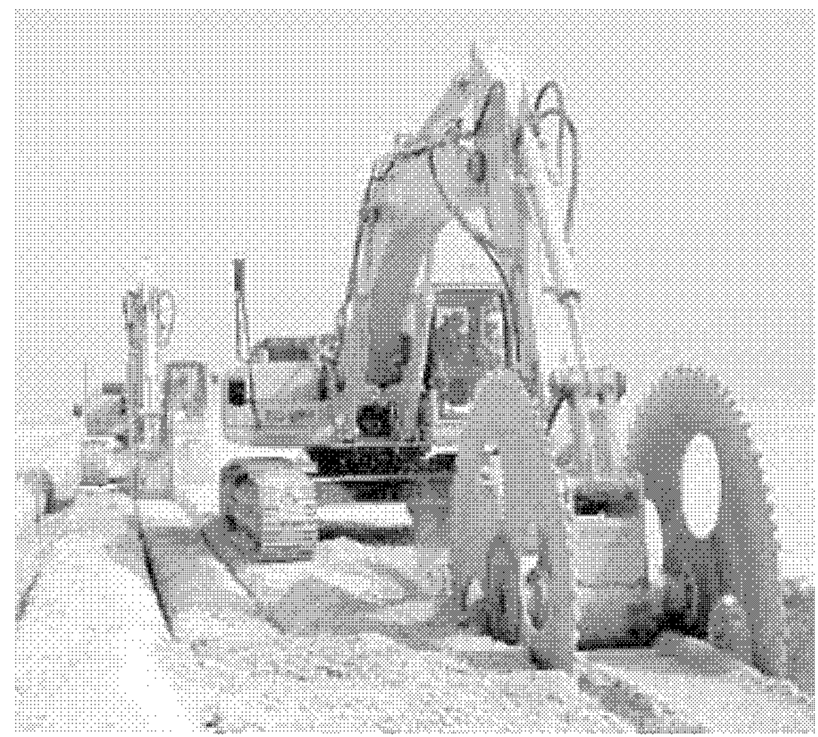
شكل (١٥)

حفار بذراع طويل (الذراع تليسكوبي)

<u>٥ – منشار الصخور – مركب علي حفار كاتينة Hydraulic Rock Saw :</u>

يستخدم في قطع الصخور الصلبة وهو أكسسوار أضافي للحفار العادي المستخدم في تكسير الصخور – شكل (١٢) ، علي أن يكون بقدرة كافية مناسبة للعمل في هذه النوعية من الصخور – شكل (١٦).

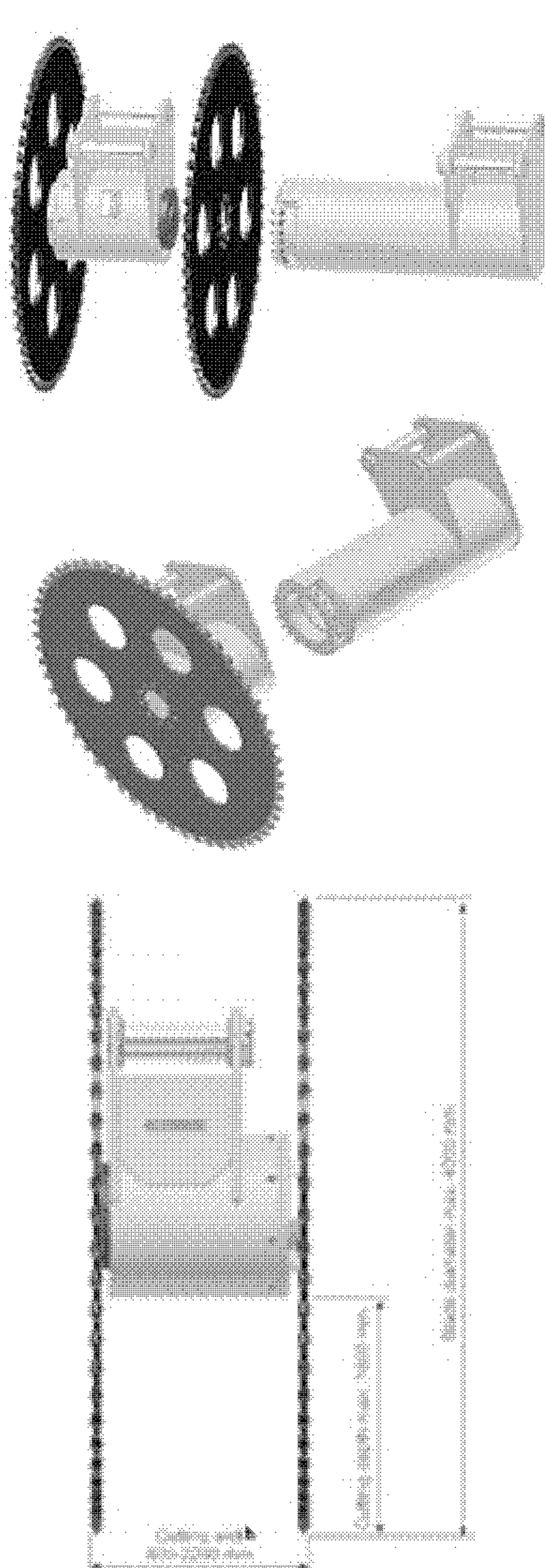




شكل (١٦)

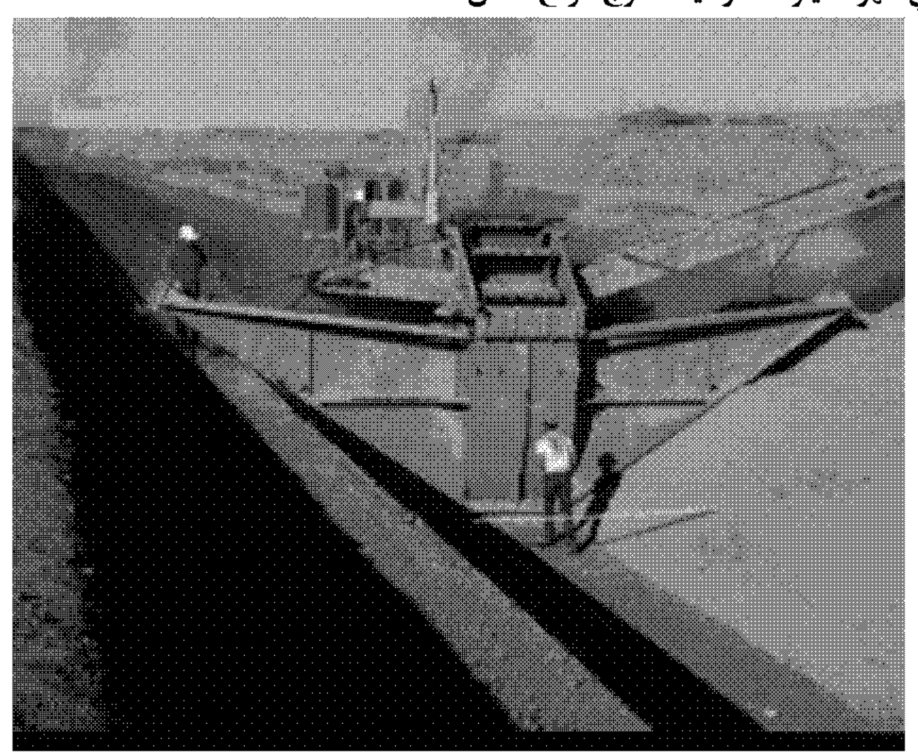
حفار كاتينة مزود بمنشار الصخور

قطر المنشار ٢ م أو ٣ متر أو ٤ متر . يمكن تركيب منشار واحد أو أثنان حسب الطلب ولا يسبب أي أهتزازات أثناء العمل . تكون المسافة بين المنشارين = ٨٠٠ – ٢٢٠٠ مم . وهو مناسب للعمل في المحاجر أو حفر المنشآت الكبيرة أو الترنشات .



حفارة الترع والقنوات Chain Bucket Excavator :

تصلح هذه الحفرة للعمل في شق الترع والقنوات مع تشكيل ميول الجوانب . تعمل هذه الحفارة في الأرض العادية أو المفككة – شكل (١٧) . عند بدأ عمل الحفارة ، تدور سلسلة محملة بالقواديس في حركة دائرية عمودية علي محور القناة . تقوم القواديس بالحفر وألقاء الناتج علي سير ناقل ، الذي يلقي الأتربة في مكان مجاور أو علي ظهر السيارات لترحيلة خارج موقع العمل .



شكل (١٧)

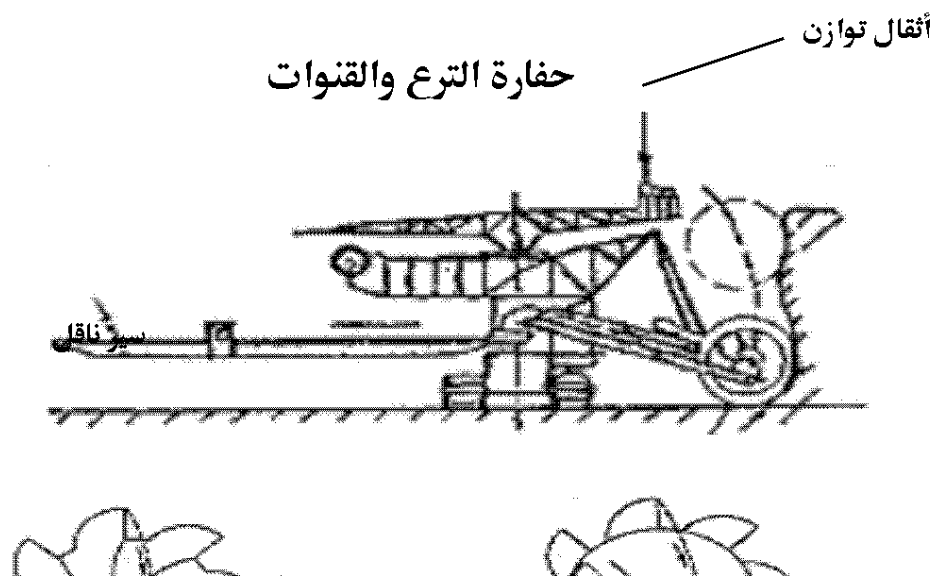
حفارة الترع والقنوات

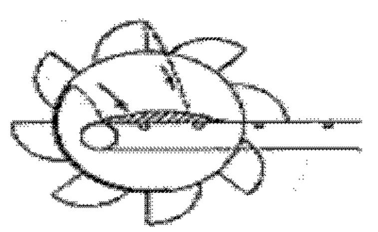
حفارة بأطار دائري Rotary Bucket Excavator :

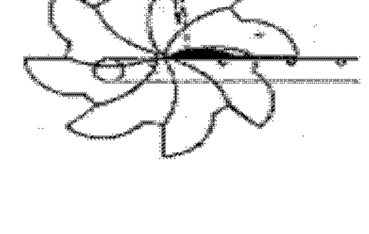
تستخدم هذه الحفارات في الأعمال الكبري المفتوحة والمناجم . تتراوح أنتاجيتها من ١٠ – ١٦٠٠٠ م٣/ ساعة – شكل (١٨) . و المعدة لها ذراع ممتد الي الأمام ومواجها لجانب الحفر ، في نهايته أطار دائري قطر ٢ – ٢٠ مترا ، ومثبتا بداخلة ٦ – ٨ قواديس ، كما يدور بسرعة ١٠ – ٣٠ لفة / دقيقة .

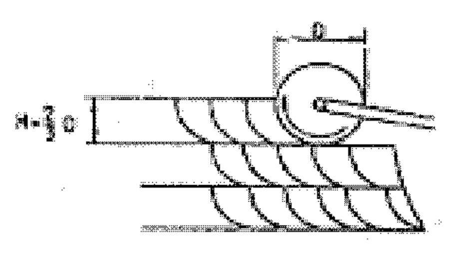
الجدول التالي يبين أنتاجية الحفار ذو الأطار الدائري :

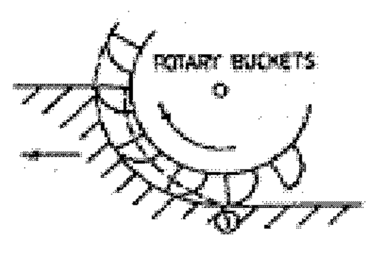
قطر العجلة (م)	٤	٦	٨	٢٠
مكعب القادوس (م٣)	٠,٢	٠,٣	٠,٥	٥
أرض عادية (م٣ / ساعة)	٤٠٠	٨٠٠	١٦٠٠	١٦٠٠٠
أرض متوسطة (م٣ / ساعة)	٣٠٠	٦٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠٠
أرض متماسكة (م٣ / ساعة)	٢٠٠	٤٠٠	٨٠٠	٨٠٠٠











شكل (١٨)

حفار ذو أطار دائري

<u>** معاملات التصحيح :</u>

	ممتاز	متوسط	رديء
أولا : سائق المعدة :	١	٠,٧٥	٠,٦٠
ثانيا : كفاءة المعدة :	١	٠,٧٥	٠,٦٠

ثالثا : مدي الرؤية (ضباب – غبار – ليل – شبورة) : ٨٠٪

رابعا : كفاءة وظروف العمل : عمل ٥٠ دقيقة / ساعة ٨٣٪

عمل ٤٠ دقيقة / ساعة ٦٧٪

معامل ملء القادوس FILL FACTOR

معامل الملء	المـــادة
١٠٠ – ١١٠ ٪	تربة عادية
١٠٥ – ١١٥ ٪	أتربة مختلطة بالصخور
٨٥ – ١٠٠ ٪	صخور ضعيفة التفجير
١٠٠ – ١١٠ ٪	صخور جيدة التفجير
٨٥ – ١٠٠ ٪	حجر رملي

الحفـــــــارات

Excavators

الحفر ١,٢٠ – ١,٨٠ متر دوران ٩٠°

نوع التربة	سعة القـــــادوس (م٣)						ملاحظات
	٤,٢	١,٩١	١,٥٣	١,١٥	٠,٧٦	٠,٥٧	
تربة عادية	٢٢٠٠	١٢٩٠	١٠٩٥	٨٧٥	٦٤٠	٤٩٠	العمل ٨ ساعات
طين جاف	١٩٣٠	١١٢٥	٩٦٥	٧٦٥	٥٢٥	٣٩٥	
طين مبلل	١٥٢٥	٨٣٥	٦٧٠	٥٢٥	٣٤٥	٢٥٠	
رمل – زلط	٢٣٤٥	١٤٢٠	١٢٠٠	٩٨٠	٧٢٥	٥٦٥	
نواتج تفجير	١٨٢٠	١٠٠٠	٨٣٥	٦٥٥	٤٥٥	٣٤٥	
حفر في تربة مختلطة بالمخلفات	١٦٧٥	٨٩٠	٧٢٥	٥٦٥	٣٨٠	٢٩٠	

ملاحظات :

١ – يتم ضرب المعدلات المذكورة × معاملات التصحيح السابق ذكرها وكذلك المعاملات التالية للحصول علي الأنتاجية الفعلية للمعدة .

٢ – في حاله دوران الحفار ١٨٠ درجة ، يكون المعدل ٧٧٪ .

الحفـــارات

Dipper type power shovels

عمق الحفر ٢,٧٠ – ٣,٦ متر   دوران ٩٠°

نوع التربة	سعة القـــــــادوس (م٣)						ملاحظات
	٤,٢	١,٩١	١,٥٣	١,١٥	٠,٧٦	٠,٥٧	
تربة عادية	٢٥٩٠	١٥٢٠	١٢٨٥	١٠٣٠	٧٥٠	٥٧٥	العمل ٨ ساعات
طين جاف	٢٢٧٠	١٣٢٥	١١٣٥	٩٠٠	٦٢٠	٤٧٠	
طين مبلل	١٧٩٠	٩٨٥	٧٩٠	٦٢٠	٤٠٥	٣٠٠	
رمل – زلط	٢٧٦٠	١٦٧٠	١٤١٥	١١٥٥	٨٥٥	٦٦٥	
نواتج تفجير	٢١٤٠	١١٧٥	٩٨٥	٧٧٠	٥٣٥	٤٠٥	
تربة مختلطة بالمخلفات	١٩٧٠	١٠٤٥	٨٥٥	٦٦٥	٤٥٠	٣٩٥	

ملاحظات :

١ – يتم ضرب المعدلات المذكورة × معاملات التصحيح السابق ذكرها وكذلك المعاملات التالية للحصول علي الأنتاجية الفعلية للمعدة .

٢ – في حالة دوران الحفار ١٨٠ درجة ، يكون المعدل ٧٠٪ من الأنتاجية.

الحفـــــارات

Dipper type power shovels

عمق الحفر ٤ – ٥,٤ متر   دوران ٩٠°

نوع التربة	سعة القـــــادوس (م٣)						ملاحظات
	٤,٢	١,٩١	١,٥٣	١,١٥	٠,٧٦	٠,٥٧	
تربة عادية	٢٢٨٠	١٣٤٠	١١٣٠	٩٠٥	٦٥٥	٥١٠	العمل ٨
طين جاف	٢٠٠٠	١١٦٥	٩٩٥	٧٩٠	٥٤٠	٤١٠	ساعات
طين مبلل	١٥٨٠	٧٥٥	٦٩٥	٥٤٠	٣٥٥	٢٦٥	
رمل – زلط	٢٤٢٥	١٤٧٠	١٢٤٥	١٠١٥	٧٥٥	٥٨٥	
نواتج تفجير	١٨٨٥	١٠٣٥	٨٦٥	٦٨٠	٤٧٠	٣٥٥	
تربة + مخلفات	١٧٣٠	٩٢٠	٧٥٥	٥٨٥	٣٩٥	٣٠٠	

ملاحظات :

١ – يتم ضرب المعدلات المذكورة × معاملات التصحيح السابق ذكرها وكذلك المعاملات التالية للحصول علي الأنتاجيه الفعلية للمعدة .

٢ – في حالة دوران الحفار ١٨٠ درجة ، يكون المعدل ٧٥٪ من الأنتاجية الفعلية .

الحفـــــارات

علي كاتينة أو كاوتش Backhoes

سعة القادوس ٠,٣٨ م٣ دوران ٩٠°

نوع التربة	عمق الحفر			ملاحظات
	٤,٩ متر	٣,٧ متر	١,٨٠ متر	
تربة عادية	٣٤٠	٣٩٠	٣٣٠	العمل ٨ ساعات
طين جاف	٢٨٥	٣٢٥	٢٧٥	
طين مبلل	١٨٥	٢١٠	١٨٠	
رمل - زلط	٣٩٢	٤٥٠	٣٨٠	
نواتج تفجير	٢٥٠	٢٨٠	٢٣٥	
حفر في تربة مختلطة بالمخلفات	٢١٠	٢٣٥	٢٠٠	

ملاحظات :

١ - يتم ضرب المعدلات المذكورة × معاملات التصحيح السابق ذكرها وكذلك المعاملات التالية للحصول علي الأنتاجية الفعلية للمعدة .

٢ - في حالة دوران الحفار ١٨٠ درجة ، يكون المعدل ٧٥٪ من الأنتاجية الفعلية .

الحفـــــارات

علي كاتينه أو كاوتش Backhoes

سعة القادوس ٠,٧٦ م٣ دوران ٩٠°

نوع التربة	عمق الحفر			ملاحظات
	٤,٩ متر	٣,٧ متر	١,٨٠ متر	
تربة عادية	٧٢٠	٨٢٠	٦٩٥	العمل ٨ ساعات
طين جاف	٥٩٥	٦٨٠	٥٧٥	
طين مبلل	٣٩٠	٤٤٠	٣٨٠	
رمل – زلط	٨٢٥	٩٤٠	٨٠٠	
نواتج تفجير	٥١٥	٥٩٠	٤٩٥	
حفر في تربة مختلطة بالمخلفات	٤٣٥	٤٩٥	٤٢٠	

ملاحظات :

١ – يتم ضرب المعدلات المذكورة × معاملات التصحيح السابق ذكرها وكذلك المعاملات التالية للحصول علي الأنتاجية الفعلية للمعدة .

٢ – في حالة دوران الحفار ١٨٠ درجة ، يكون المعدل ٧٥٪ من الأنتاجية الفعلية للمعدة .

حفـــارات

EXCAVATORS - FRONT SHOVELS

كثافة الصخر = ١,٦ طن / م٣ ٠٠ تحميل الصخور (م٣/ ساعة)

عدد الدورات / الدقيقة	مكعب القادوس (م٣)								
	٤,٠٠	٣,٧٥	٣,٥	٣,٢٥	٣,٠٠	٢,٧٥	٢,٥	٢,٢٥	٢
٤	٩٦٠	٩٠٠	٨٤٠	٧٨٠	٧٢٠	٦٦٠	٦٠٠	٥٤٠	٤٨٠
٣	٨٠٠	٧٥٠	٧٠٠	٦٥٠	٦٠٠	٥٥٠	٥٠٠	٤٥٠	٤٠٠
٢,٩	٦٨٥	٦٤٠	٦٠٠	٥٥٥	٥١٠	٤٧٠	٤٢٥	٣٨٥	٣٤٠
٢,٥	٦٠٠	٥٦٠	٥٢٥	٤٩٠	٤٥٠	٤١٠	٣٧٥	٣٣٥	٣٠٠
٢,٢	٥٣٠	٥٠٠	٤٦٥	٤٣٥	٤٠٠	٣٦٥	٣٣٠	٣٠٠	٢٦٥
٢,٠٠	٤٨٠	٤٥٠	٤٢٠	٣٩٠	٣٦٠	٣٣٠	٣٠٠	٢٧٠	٢٤٠
١,٨	٤٣٥	٤١٠	٣٨٠	٣٥٥	٣٢٥	٣٠٠	٢٧٥	٢٤٥	٢١٥
١,٧	٤٠٠	٣٧٥	٣٥٠	٣٢٥	٣٠٠	٢٧٥	٢٥٠	٢٢٥	٢٠٠

ملاحظات :

١ - يتم ضرب المعدلات المذكورة × معامل التصحيح السابق ذكره وكذلك معامل ملء القادوس .

حفارات - كراكات

سعة القادوس (م٣)	كوريك Shovel excavator م٣ / يوم	حفار هيدروليك وويرات Cable & Hyd. Backhoe	كراكة Drag line م٣ / يوم	كراكة Clampshell
٠,٣٨	٤٩٠	٣٨٠	٣٦٠	١٨٠
٠,٧٦	٧٩٠	٦٤٠	٦١٠	٥١٤
١,١٥	١١٠٠	٨٢٠	٨٠٠	٧٣٥
١,٥٣	١٤٠٠	١١٠٠	١٠٤٠	٨٣٠
٢,٣	١٨٤٠	١٤٧٠	١٤١٠	١٢٢٠
٣,٠٥	٢٣٣٠	--	١٦٥٠	١٤٧٠
٤,٦	٣٠٦٠	--	٢٤٥٠	--
٦,١٣	٣٦٧٠	--	٢٦٣٠	--
٧,٦٦	٤١٠٠	--	٢٩٤٠	--

إنتاجية الشواكيش الهيدروليكية (طراز NPK)
المركبة على الحفار

الطول الكلى شاملاً الزومبة (مم)	وزن الشاكوش + الزومبة (كجم)	نوع التكسير (م٣)			طراز الشاكوش
		حجر رملي صلد	خرسانة مسلحة	خرسانة عادية بسمك ٣٠ سم	
٩٨١	٨٤	--	--	٦–٤	H–٠٦X
٩٨٤	١٠٠	--	--	٨ –٥	H–٠٨X
١١٥٠	١٥٠	--	--	٢٠–١٠	H–١XA
١٢٦١	٢٠٠	--	--	٣٨–١٥	H–٢XA
١٣٦٤	٣٢٠	٢٠–١٠	٢٥–١٠	٦٠–٢٥	H–٣XA
١٦٤٤	٥١٠	٣٠–٢٠	٤٠–٢٠	٩٠–٤٠	H–٤X
١٧٥٠	١٠٠٠	١٤٠–٨٠	٨٠–٤٠	١٢٠–٦٠	H–٥X
١٧٥٠	١٠٠٠	١٤٠–٨٠	٨٠–٤٠	١٢٠–٦٠	H–٦XA
١٧٨١	٩٥٠	٢٣٠–١٠٠	١٠٠–٥٠	١٦٠–٨٠	H–٧X&H٧XH
١٩٨٦	٨٥	٢٨٠–١٢٠	١٢٠–٦٠	١٩٠–١٠٠	H–٨XA
٢١٥٦	١٥٠٠	٣٨٠–٢٥٠	١٦٠–٨٠	٢٤٠–١٤٠	H–١٠XB & H–١٠XE
٢٢٧٥	٢٠٠٠	٥٠٠–٣٥٠	٢٥٠–١٣٠	٣٤٠–٢٣٠	H–١٢X & H–١٢XE
٢٥٣٥	٢٥٦٠	٦١٠–٤٥٠	٣٣٠–٢٠٠	٤٥٠–٣١٠	H–١٦X & H–١٦XE
٢٦٦٣	٣٠٠٠	٧٢٠ – ٥٥٠	٣٧٠–٢٢٠	٥٢٠–٣٦٠	H–٢٠X & H–٢٠XE
٣٠٦٢	٥١٠٠	١١٠٠ – ٨٨٠	٥٨٠–٣٥٠	٨١٠–٥٨٠	H–٣٠X
٤٥٤٣	١٦٠٠	٢٦٠٠ – ٢٠٠٠	١٤٠٠–٨٥٠	٢٠٠٠–١٤٠٠	H–٧٠X

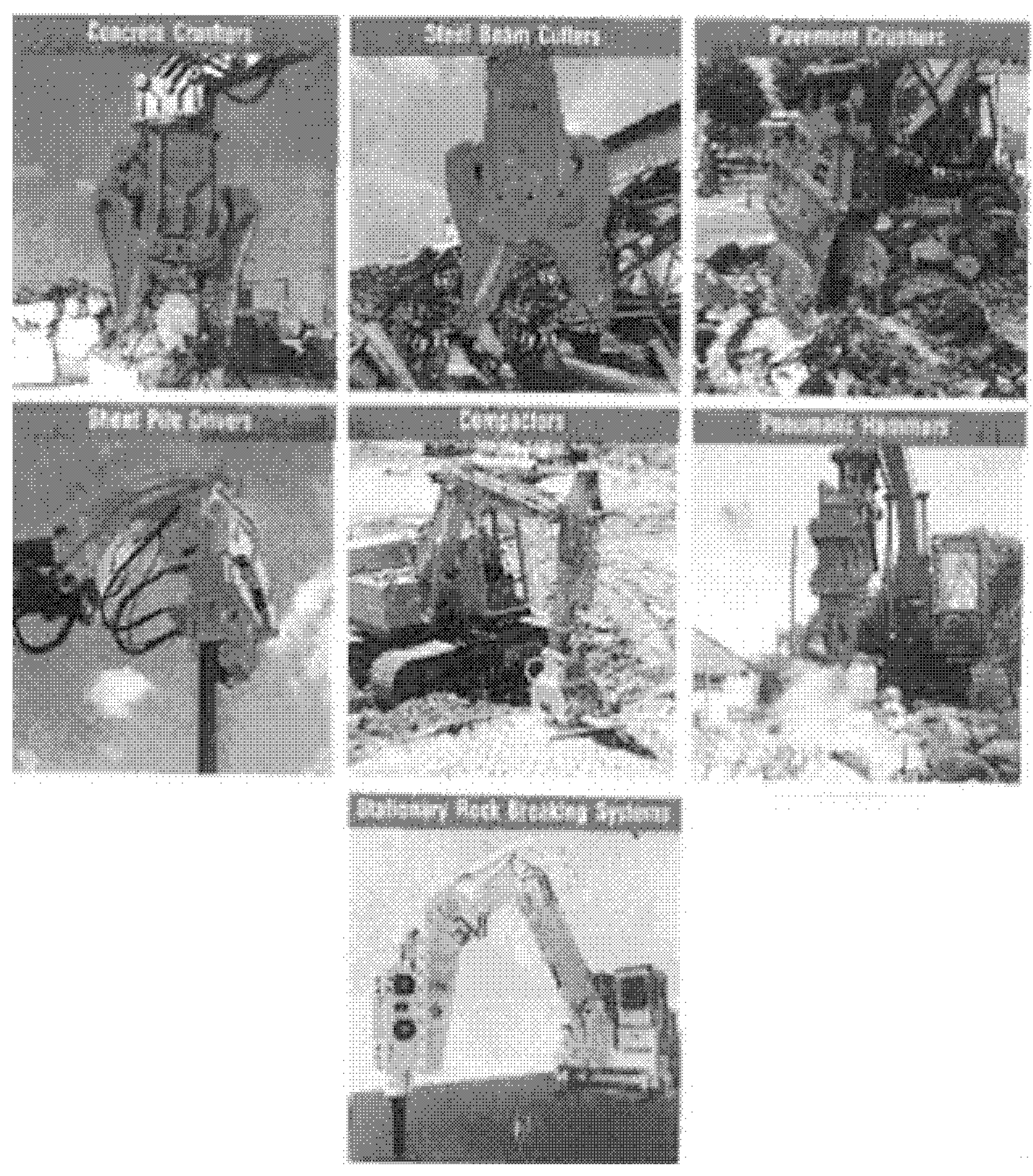
أستامات أري للشاكوش – شكل (١٩) .

TYPICAL APPLICATIONS



شكل (١٩)

أستخدامات شواكيش التكسير المركبة علي الحفارات



شكل (١٩)

أنماط أخري متنوعة لأستخدامات الحفار

رابعا : الترنشر

يستعمل الترنشر في حفر المواسير والكابلات بالقطاع والعمق المطلوب بشرط عدم وجود مرافق تحت الأرض تعوق هذا الحفر كما أنه لا يستخدم في الأرض الصخرية.

أنواع الترنشر :

١ – ترنشر ساقية Wheel Trencher :

وهي معدة مجهزة بهيكل معدني علي شكل ساقية رأسية مزودة بقواديس مركبة علي محيط هذه الساقية . يبدأ التشغيل بادارة الساقية بينما المعدة في وضع ثابت . تقوم القواديس بالحفر المستمر و أزالة طبقات التربة مع التعميق المستمر . يخرج تاتج الحفر علي سير مائل في منتصف المعدة وعموديا عليها ليلقي بناتج الحفر الي جوار المعدة أو علي ظهر السيارة القلاب . تقوم المعدة بمتابعة الحفر حتي الوصول الي العمق المطلوب– شكل (٢٠) .

٢ – ترنشر سلمي Ladder Trencher :

تتميز هذه المعدة بوجود هيكل معدني علي أستقامة المعدة حاملا للجنزير المثبت به القواديس . يتم أنزال الهيكل والقواديس علي محور الحفر ، ثم تدور القواديس حاملة ناتج الحفر الي الجوانب من ا لترنشر.

٣ – ترنشر بأسنان قاطعة :

يمكن لهذه المعدة قطع الصخور والعمل في الأراضي شديدة التماسك – شكل (٢١) .

٤ – ترنشر حفار Backhoe Loader :

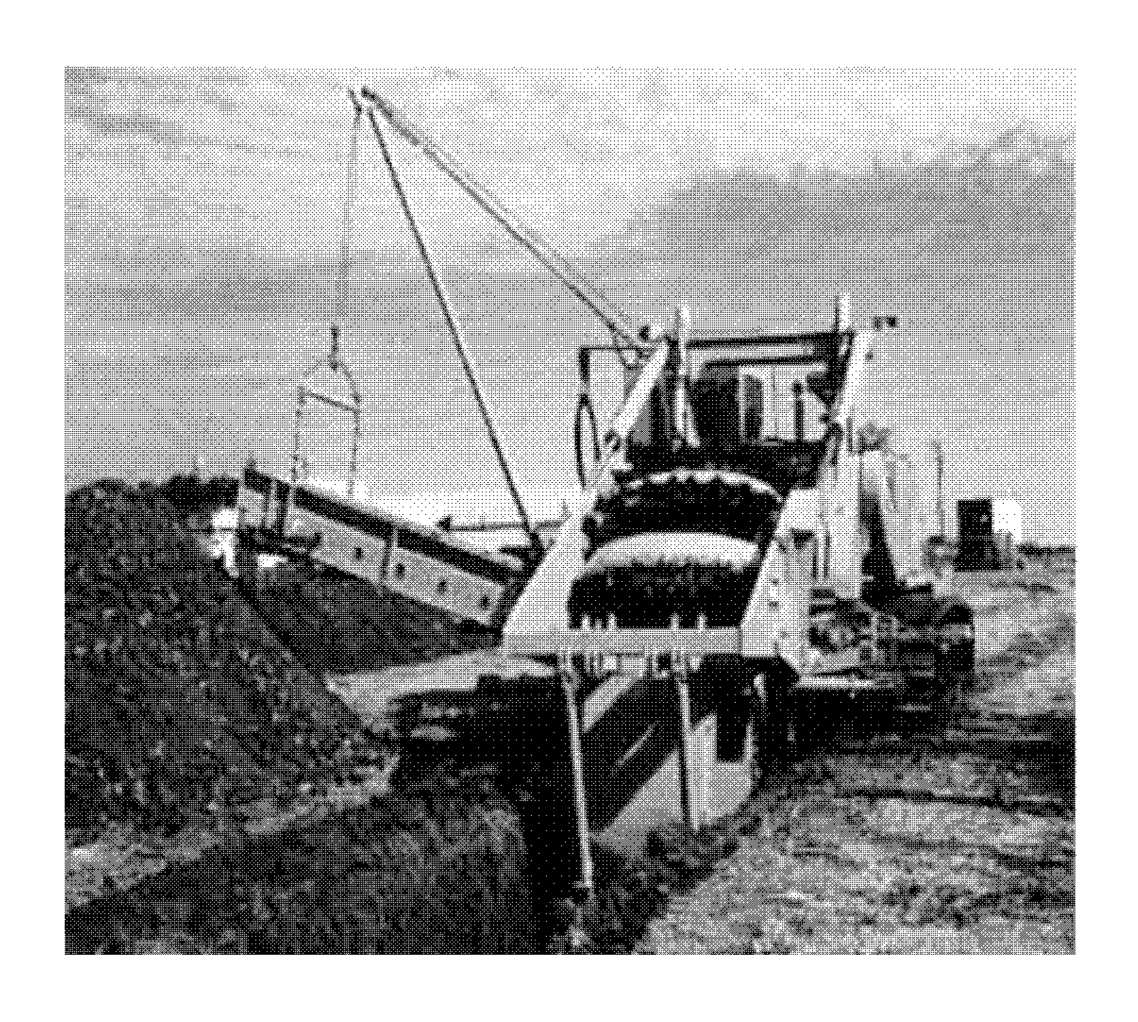
معاملات التصحيح :

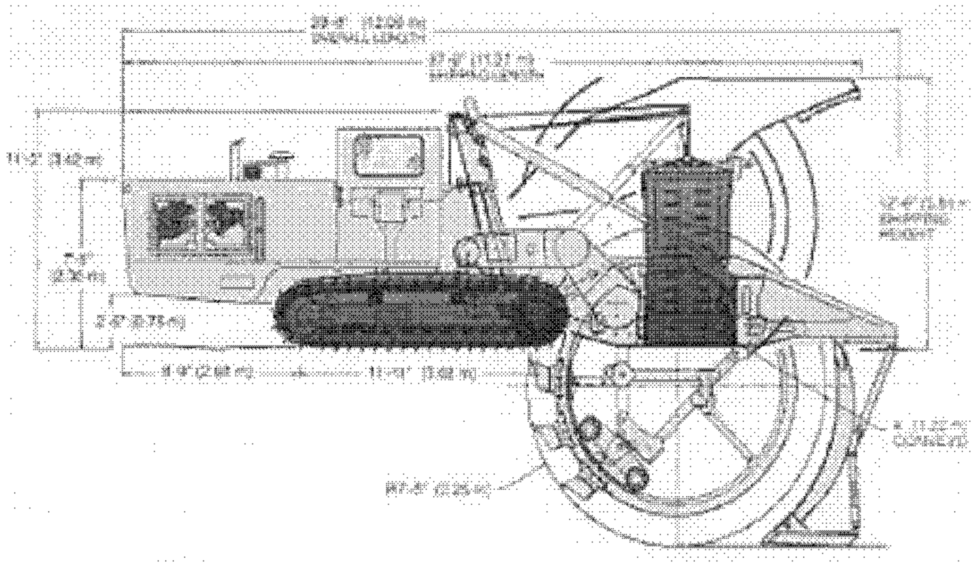
	ممتاز	متوسط	رديء
أولا : سائق المعدة :	١	٠,٧٥	٠,٦٠
ثانيا : كفاءة المعدة :	١	٠,٧٥	٠,٦٠

ثالثا : مدي الرؤية (ضباب – غبار – ليل – شبورة) : ٨٠٪

رابعا : كفاءة وظروف العمل : عمل ٥٠ دقيقة / ساعة ٨٣٪

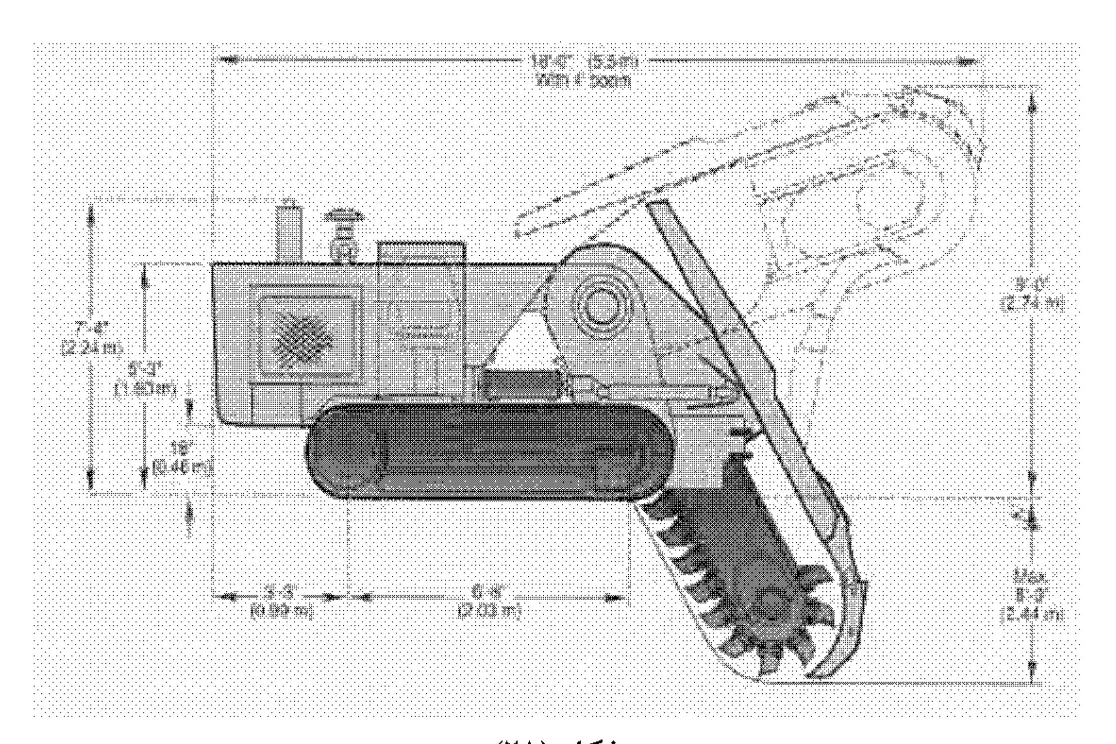
عمل ٤٠ دقيقة / ساعة ٦٧٪





شكل (٢٠)

ترنشر ساقية قواديس



شكل (٢١)

ترنشر بأسنان قاطعة

ترنشر ساقية
WHEEL TYPE- TRENCHER

القدرة (حصان)	العرض	قطر	الإنتاجية عند عمق (قدم / دقيقة)								
			٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
٥٠	24″–16″	7 8″	٢٣	١٦	١٢	--	--	--	--	--	--
٦٠	24″–16″	10″	--	٢٦	١٩	١٦	١٣	--	--	--	--
١٠٠	36″–24″	11″	--	٣٢	٢٤	٢٠	١٦	--	--	--	--
١٥٠	48″–24″	13″ 8″	--	٤٠	٣٠	٢٥	١٩	١٧	--	--	--

ترنشر – حفـــار
Backhoe Trencher

القدرة (حصان)	عرض القادوس (بوصة)	مكعب القادوس (قدم٣)	الإنتاجية عند عمق (قدم / دقيقة)								
			٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
٤٠	24″	٥,٥	٨	٥,١	٤	٣,١	٢,٧	٢,٣	٢	١,٧	١,٦
٧٥	24″	١٠	٩	٦,١	٤,٥	٣,٧	٣,٠	٢,٦	٢,٢	٢	١,٨
٩٠	24″	١٣,٥	١١	٧,٢	٥,٤	٤,٢	٣,٥	٣,٠	٢,٦	٢,٤	٢,١

ترنشر سلمي
Ladder Trencher

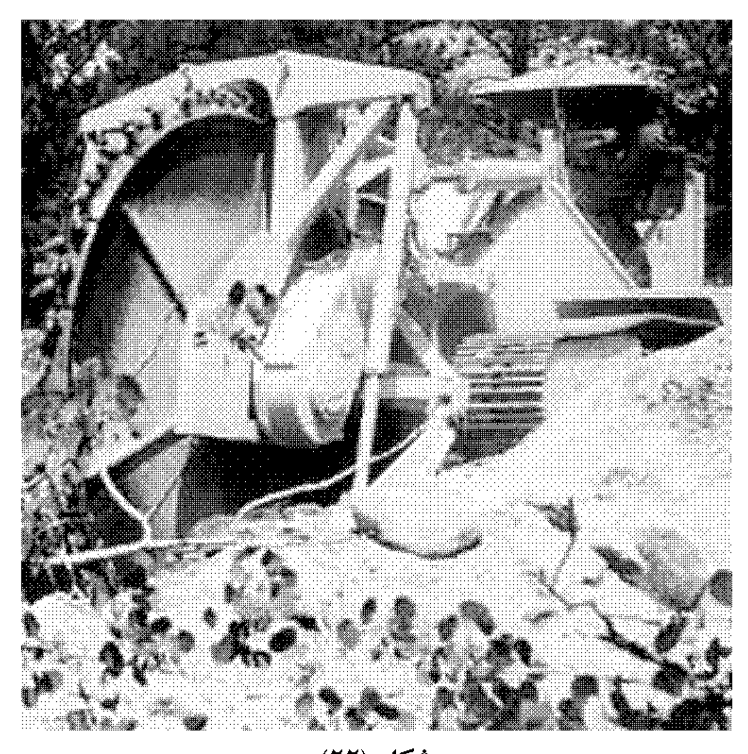
القدرة حصان	العرض (بوصة)	الإنتاجية عند عمق (قدم / دقيقة)								
		٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
١٢	″8 – ″2	٤,٢	٢,٨	٢,١	--	--	--	--	--	--
١٨	″10 – ″4	٥,٨	٣,٨	٢,٨	٢,٣	--	--	--	--	--
٥٠	″18 – ″8	١٤	٩,٥	٧,٥	٥,٨	--	--	--	--	--
٦٠	″24 – ١٦	--	--	--	٧,٣	٦	٥,٢	٤,٦	٤,١	٣,٦
١٠٠	″36 – ″18	--	--	--	٨,٥	٧	٦	٥,٥	١,٧	٤,٣
١٥٠	″48 – ″24	--	--	--	--	٨,٢	٧	٦,٢	٥,٥	٤,٨

ترنشر قطع الصخور

Hydraulic Rock Trenchers

عبارة عن منشار صينية لتقطيع الصخور الشديدة علي هيئة ترنش ، يعمل بالليزر ويضبط المناسيب أتوماتيكيا أثناء العمل – شكل (٢٢) .





شكل (٢٢)

ترنشر قطع الصخور

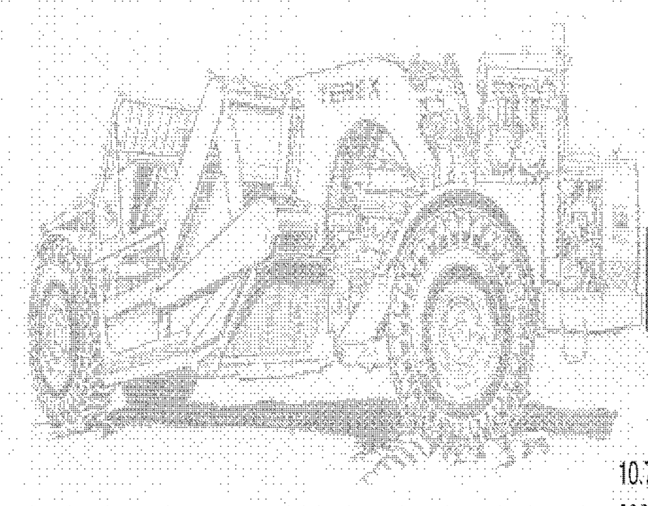
المواصفت الفنية للمعدة :

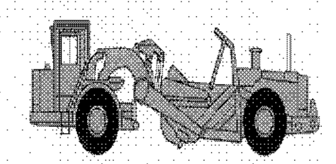
Chain Models		٩٠٠ EXT	١٠٠٠	١٠٧٥	١٠٨٥	١١٠٠	١١٧٥	١٣٠٠	١٦٧٥
Engine make		Cummins	CAT	CAT	CAT	CAT	CAT	CAT	CAT
Engine power	HP	٢٦٠	٣٠٠	٣٠٠	٣٢٥	٣٦٥	٤٠٢	٥٠٥	٧٥٠
Weight	ton	٢٣	٢٩	٣٤	٣٨	٤٠	٥٤	٧٠	١٠٤
Dig width max.	mm	٥٠٨	٧٦٢	٩١٤	٧١١	٩١٤	١٠٦٦	١٠٦٦	١٣٧١
Dig depth max.	m	٣	٣	٣	٣	٣,٦	٣,٦	٤,٩	٦,١
Track length	mm	٢٨٠٠	٢٨٠٠	٣٢٠٠	٣٢٠٠	٣٤٠٠	٣٧٠٠	٤٨٠٠	٤٧٠٠
Width	mm	٢٦٠٠	٢٩٠٠	٢٥٠٠	٢٥٠٠	٢٥٠٠	٣٢٠٠	٣٤٠٠	٣٥٠٠
Height	mm	٣٠٠٠	٣٢٠٠	٣٢٠٠	٣٣٠٠	٣٣٠٠	٣٤٠٠	٣٨٠٠	٤٠٠٠

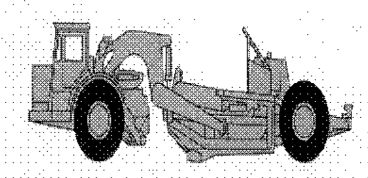
Saw Models		x	x	x	x
Dig width max.	mm	٣٠٤	٣٠٤	٣٥٥	٣٥٥
Dig depth max.	m	١,٢	١,٢	١,٤	١,٤

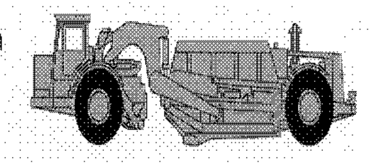
خامسا : القصابيـــات

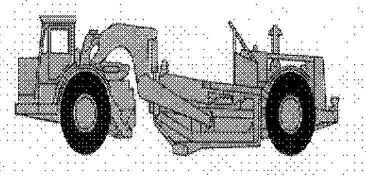
شكل (٣٣) •

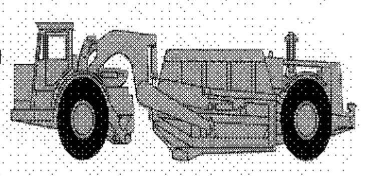












شكل (٢٣)

القصابيات

القصابية المجرورة
Wheel Tractor Scrapers

الطراز		٦٢١E	٦٣١E	٦٥١E
القدرة (حصان)		٣٣٠	٤٥٠	٥٥٠
مسافة الترحيل (متر)	١٠٠٠	١٦٠	٢٦٠	٣٥٠
	٨٠٠	١٨٥	٢٩٠	٤٠٠
	٦٠٠	٢١٠	٣٤٠	٤٥٠
	٤٠٠	٢٥٠	٤٠٠	٥٤٠
	٢٠٠	٣١٠	٤٩٠	٦٦٠
الدفع المساعد (Pusher)		D٨N	D٩N	D١١N
أقصى ارتفاع للفرد (مم)		٥٢٢	٤٨٠	٦٦٠
أقصى عمق حفر (مم)		٣٣٣	٤٣٧	٤٤٠
السرعة (محمل) (كم/ س)		٥١	٤٨	٥٥
الحمولة مملوءه (م٣)		١٢,٢	١٩,١	٢٦,٥

ملاحظات:

١ – العمل في تربة عادية

٢ – تطبق المعاملات السابق ذكرها

٣ – كفاءة المعدة = ١٠٠٪

٤ – كفاءة التشغيل = ١٠٠٪

قصابية ذاتية السحب والدفع
Tandom Powered Push-Pull

الطراز		٦٢٧E	٦٣٧E	٥٧E
القدرة (حصان)		٢٢٥	٤٥٠	٥٥٠
مسافة الترحيل (متر)	١٠٠٠	١٨٥	٢٦٠	٣٦٠
	٨٠٠	٢١٠	٢٩٠	٤٠٠
	٦٠٠	٢٤٠	٣٣٠	٤٥٠
	٤٠٠	٢٨٠	٣٩٠	٥٣٩
	٢٠٠	٣٦٠	٤٧٠	٦٢٠
الدفع المساعد (Pusher)		ذاتي	ذاتي	ذاتي
أقصى ارتفاع للفرد (مم)		٥٢٢	٤٨٠	٦٦٠
أقصى عمق حفر (مم)		٣٣٣	٤٣٧	٤٤٠
السرعة (محمل) (كم/س)		٥٥	٤٨	٥٥
الحمولة مملؤه (م٣)		١٢,٢	١٩,١	٢٦,٥

ملاحظات:

١ – العمل في تربة عادية

٢ – تطبق المعاملات السابق ذكرها

٣ – كفاة المعدة = ١٠٠٪ و كفاءة التشغيل = ١٠٠٪

قصابية ذات القواديس (ذاتية التحميل)
Elevating scraper

الطراز		٦١٣C	٦١٥	٦٢٣E
القدرة (حصان)		١٧٥	٢٥٠	٣٣٠
مسافة الترحيل (متر)	١٠٠٠	٨٠	١١٥	١٦٥
	٨٠٠	٩٥	١٣٥	١٩٠
	٦٠٠	١١٠	١٦٠	٢١٠
	٤٠٠	١٣٥	١٩٠	٢٤٠
	٢٠٠	٢٢٠	٢٤٠	٢٩٥
الدفع المساعد (Pusher)		ذاتي	ذاتي	ذاتي
أقصى ارتفاع للفرد (مم)		٣٦٦	٣٩٩	٣٩٠
أقصى عمق حفر (مم)		١٦٠	٤١٤	٣٣٠
السرعة (محمل) (كم/ س)		٣٩	٤٧	٤٨
الحمولة مملوؤه (م٣)		٦,٧	٩,٧	١٢,٢

ملاحظات:

١ – العمل في تربة عادية

٢ – تطبق المعادلات السابق ذكرها

٣ – كفاءة المعدة = ١٠٠٪

٤ – كفاءة التشغيل = ١٠٠٪

قصابية مزودة ببريمة (ذات موتورين – ذاتية التحميل)
Auger scrapers

الطراز		٦٢٧E	٦٣١E	٦٣٧E	٦٥٧E
القدرة (حصان)		٣٣٠ ٢٢٥	٤٥٠ –	٤٥٠ ٢٥٠	٥٥٠ ٤٠٠
مسافة الترحيل (متر)	١٠٠٠	١٨٥	٢٦٠	٢٩٠	٤١٠
	٨٠٠	٢١٠	٢٩٠	٣٢٥	٤٨٠
	٦٠٠	٢٤٠	٣٤٠	٣٨٠	٥٥٠
	٤٠٠	٢٨٠	٤٠٠	٤٥٠	٦٤٠
	٢٠٠	٣٦٠	٤٩٠	٥٦٠	٨٢٠
الدفع المساعد (Pusher)		ذاتي	ذاتي	ذاتي	ذاتي
فترة التحميل (دقيقة)		٠,٧	٠,٩	٠,٨	١
الحمولة مملوءه (م٣)		١٢,٢	١٩,١	١٩,١	٢٦,٥

ملاحظة :

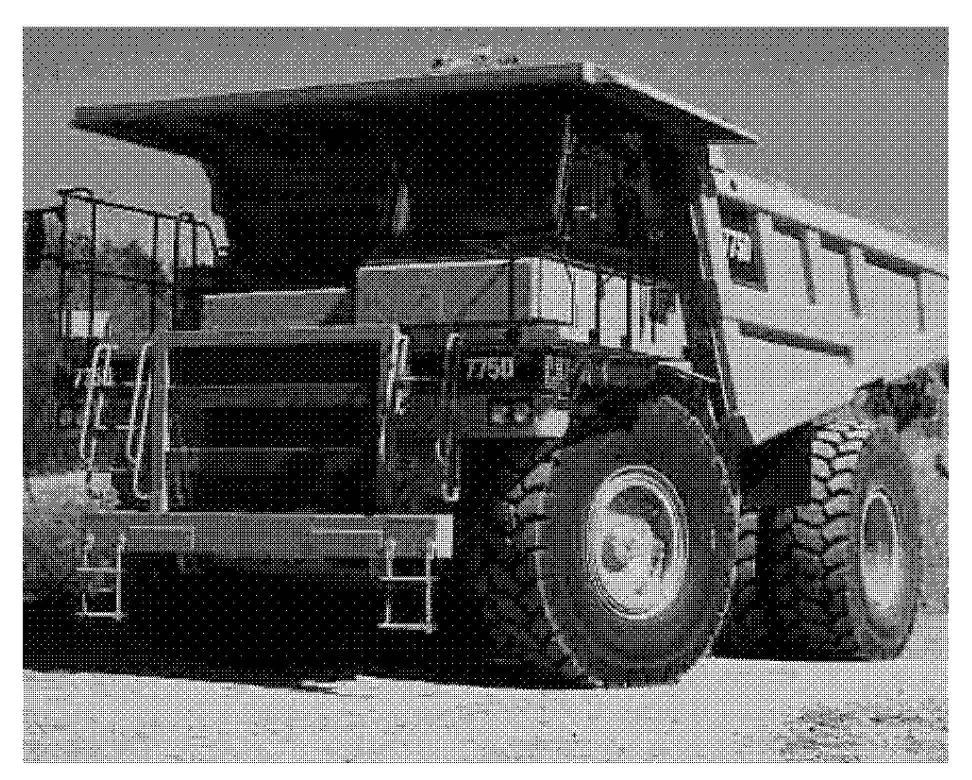
١ – العمل في تربة عادية .

٢ – تطبق المعادلات السابق ذكرها.

٣ – كفاة المعدة = ١٠٠٪.

٤ – كفاءة التشغيل = ١٠٠٪.

سادسا : دمبر المحاجر



شكل (٢٤)

دمبر المحاجر

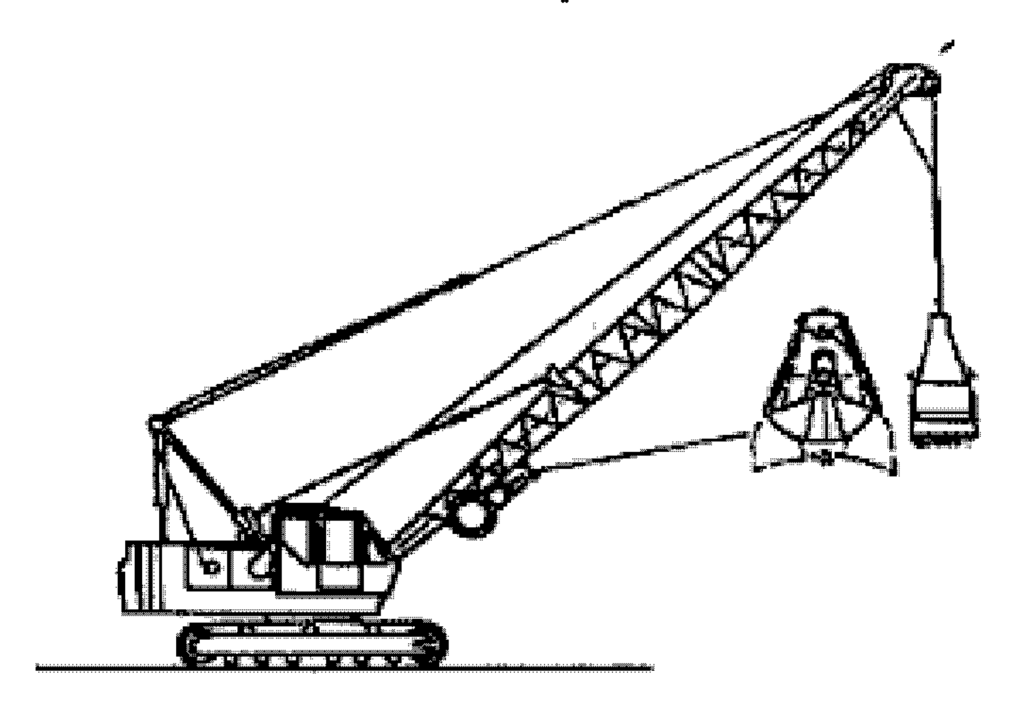
تتميز دنابر المحاجر بصندوق من الصلب قوي ، ليس له جانب خلفي ، أضافة الي أن الشاسيه مسلوبا من الخلف الي أعلي – شكل (٢٤) . وقد يصنع الفرش من قاع مزدوج من الصاج كما يوضع خشب بين الطبقتين ليقاوم الثني الناتج عن تحميل كتل الصخور . تزود الدنابر بدرع واق للكابينة من الصلب لحماية السائق وأجهزة السيارة . يستخدم في نقل مواد المحاجر (أساسا الصخور) – كما تبلغ حمولة الدمبر في بعض الأحيان ٧٠ طن.

الحفر أسفل منسوب المياه

الحفر بالكراكات

١ - ونش مزود بكباش Grabbing Crane :

وهو عباره عن ونش يحمل كباشا لغرض أعمـال حفر الأتربة . يعتمد الكباش علي ثقـل وزنه في أعمال الحفر ، حيث يسقط الكباش علي التربة فتنغرس أسنانه بها . وعند رفع الكباش ، ينضم فكي الكباش حاملا معه حمولة من الأتربة . يشترط أن تكون التربة مفككة للحصول علي أنتاجية عالية - شكل (١) .

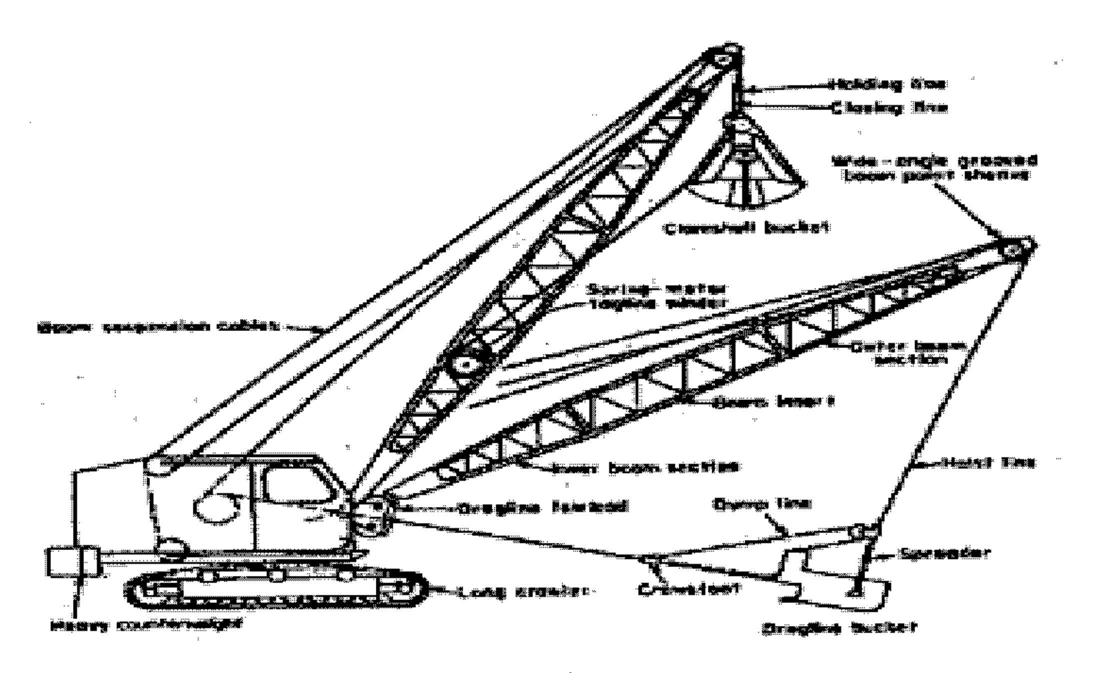


شكل (١)

كراكة مزودة بكباش

٢ - الكراكة Dragline :

وهي عبارة عن ونش علي كاتينه ومزود بكباش خاص معلق بثلاثه وايرات وله أسنان في المقدمه . تعمل هذه الكراكة أساسا في تطهير الترع والقنوات وضبط ميول جوانبها - شكل (٢) . ينزل الكباش في المكان المحدد ثم يسحب بحيث يكون راسيا علي الأرض حتي يصل الي جانب القناه ثم يسحب و يرفع الي أعلي وتلقي المخلفات علي الجسر . يتطلب العمل قائدا ماهرا لتشغيله للحصول علي أقصي أنتاجية مع ضبط الميول المطلوبة .



شكل (٢)

كراكة دراج لاين

٣ - كراكة حفر وتطهير القنوات Dredge :

هناك عده أنواع للكراكات العاملة في أعمال الحفر أسفل المياه في تعميق وتطهير القنوات والمواني والأنهار . ومن أنواعها ما يلي :

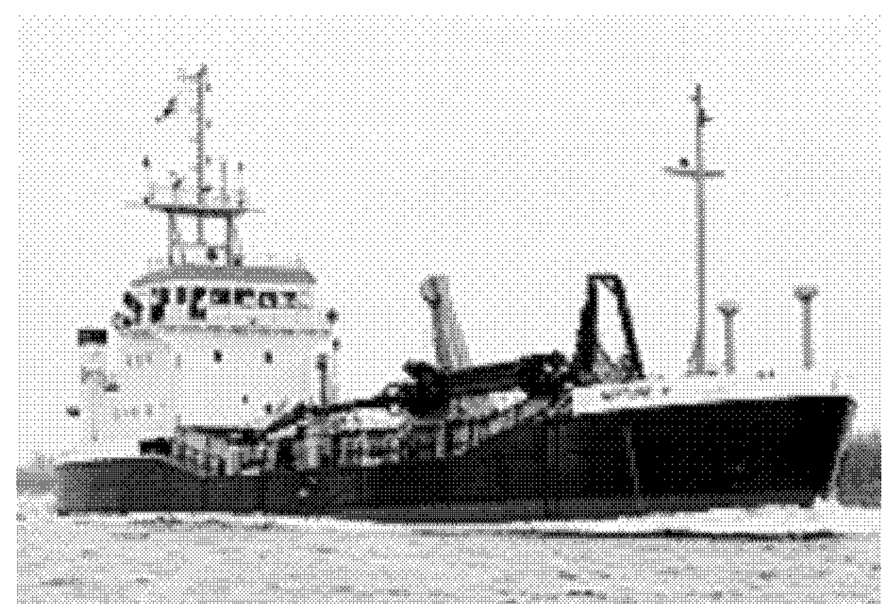
** كراكة شفط Suction Dredge:

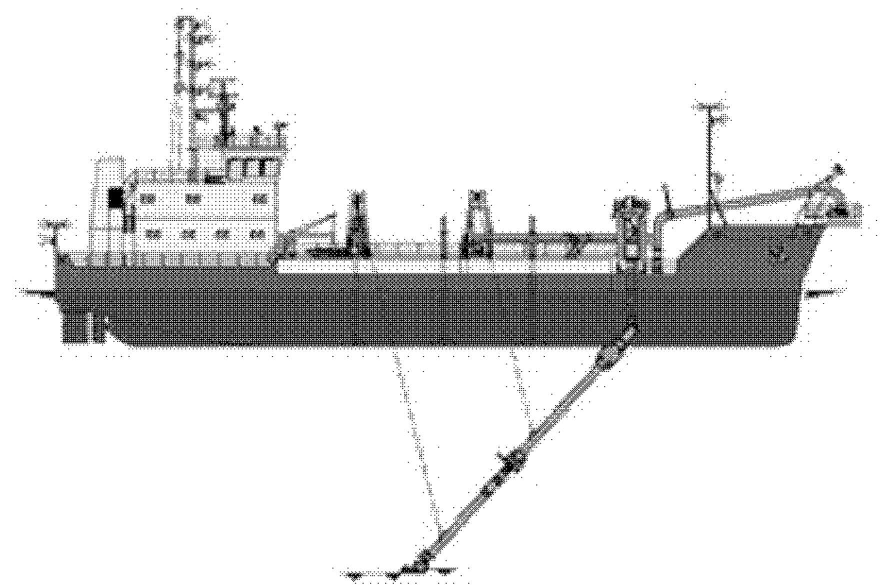
وهي عبارة عن رصيف عائم مزود بطلمبة طاردة قوية Centrifugal Pump وماسورة شفط . يتم أثاره وخلخلة التربه أمام الطلمبة بواسطة دفع المياه Jetting بطلمبات قوية أخري ، يتم شفط خليط التربة التي تفككت مع المياه ثم ضخه الي الشاطىء لمسافات تبلغ حتي ١٠ كيلومتر ليصب في أحواض ترسيب ترابية حيث ترسب جزيئات التربة ويبقي الماء علي السطح لتعود مرة أخري الي المجري المائي .

تعتمد الأنتاجيـة علي طول ماسورة الطرد ، قوة الشفط وفواقد الأحتكـاك بالمواسير . يكون خليط التربة والمياه بنسبة ١ : ١٠ الي ١ : ٦ ، وفي الكراكات الكبيرة ، يمكن ضخ ١٠٠٠٠ م٣ / ساعة . تصلح هذه العملية في الأراضي الرملية .

** الكراكة ذات القمع الشفاط Trailler Suction Hopper Dredge:

يقوم القمع الشفاط بالحفر ، ويتم شفط الناتج بمواسير شفط ، ويخزن ناتج الحفر داخل أماكن خاصة داخل المركب . عند بدأ الحفر ، تسير المركب بسرعه بطيئه (١متر / ث) ليمكنهـــا سحب كل التربه المفككة . يمكن لهذه الحفارة العمل تحت سطح الماء بعمق يصل الي ٣٠ متر ، وأن يشون بها ١٠٠٠٠ م٣ من ناتج الحفر وأن تعمل في ظروف أمواج تصل الي ٢,٥ متر أرتفاع – شكل (٣) .



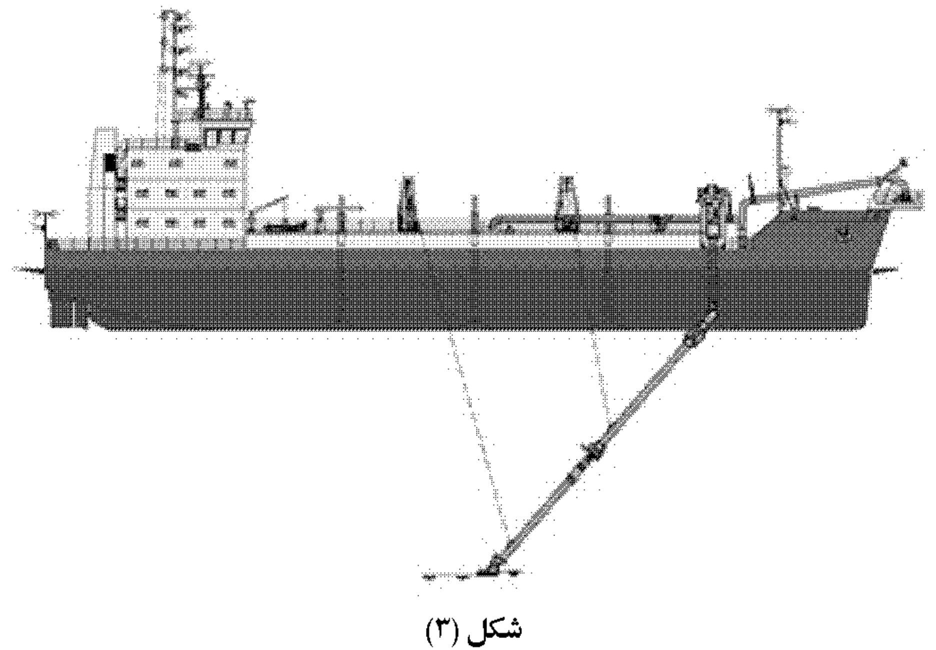


شكل (٣) كراكة تقوم بأثارة الأتربة وشفطها أسفل السفينة

البيانات الفنية :

الطول الأجمالي	**٦١ متر**
الوزن	**١٦١٠ طن**
عمق الحفر	**٢٠ متر**
القدرة	**٣٤٧٠ كيلو وات**
سرعة السير	**١٢ عقدة**
قدرة الطلمبة	**٣٤٠ كيلو وات**





شكل (٣)

كراكة تقوم بأثارة الأتربة وشفطها أسفل السفينة Trailling Suction Hopper Dredger

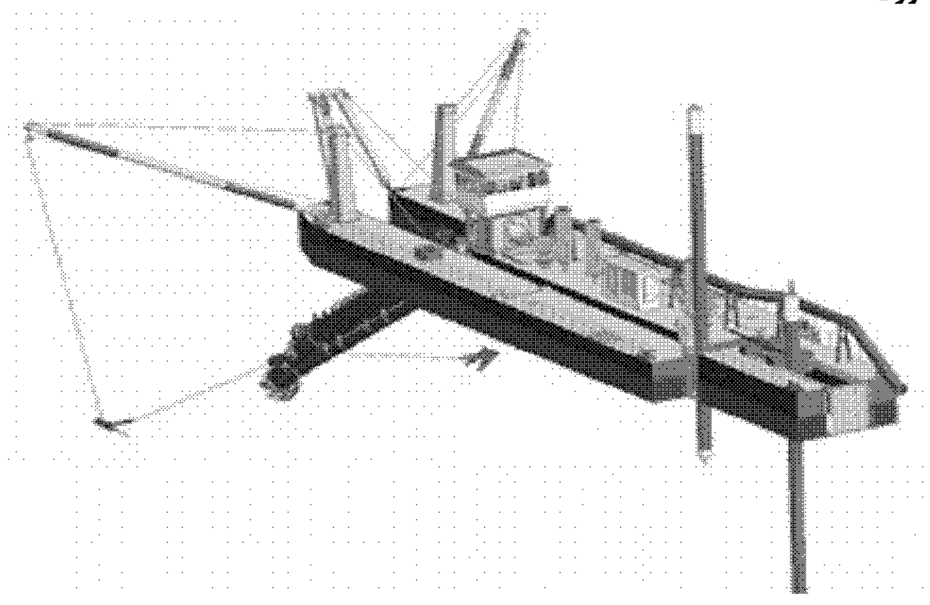
البيانات الفنية :

الطول الأجمالي	٨٠ متر
الوزن	٤٥٥٠ طن
عمق الحفر	٢٥ متر
القدرة	٤٩٢٠ كيلو وات
سرعة السير	١٢ عقدة
قدرة الطلمبة	٤٨٥ كيلو وات

** كراكة القطع والشفط Cutting Suction Dredge :

تعمل هذه الكراكه في حالة وجود تربة شديدة التماسك وعدم القدرة علي تفكيكها بدفع المياه وعدم أمكانية الشفط .

تتكون الكراكة من رأس قاطع Cutter ، مثبت في نهاية ذراع قوي وطويل ، هذا الذراع مثبت في الكراكة العائمه . هذا النظام مزود بموتور لأداره الرأس القاطع ومواسير شفط – شكل (٤) . تثبت الكراكة في مكانها بواسطة ٢ خازوق.



شكل (٤)

كراكة القطع والشفط Cutting Suction Dredge



كراكة القطع والشفط Cutting Suction Dredge – مشروع قناطر نجع حمادي – مصر

تتحرك الرأس القاطعه علي شكل قوس دائري أثناء العمل ويتم تقطيعه وتفكيك التربة وشفط الناتج (المياه والتربة) ويتم ضخه في مواسير تصب في حوض ترابي علي الشاطىء .

يمكن لهذه الكراكة العمل حتي عمق ١٥ متر . يصلح هذا النظام للعمل في الطبقات الصخرية المتوسطة الصلادة .



خراطيم خروج المياه و التربة – كما يري عامودي تثبيت الكراكة بقاع النهر – مشروع قناطر نجع حمادي – مصر

<u>المميزات :</u>

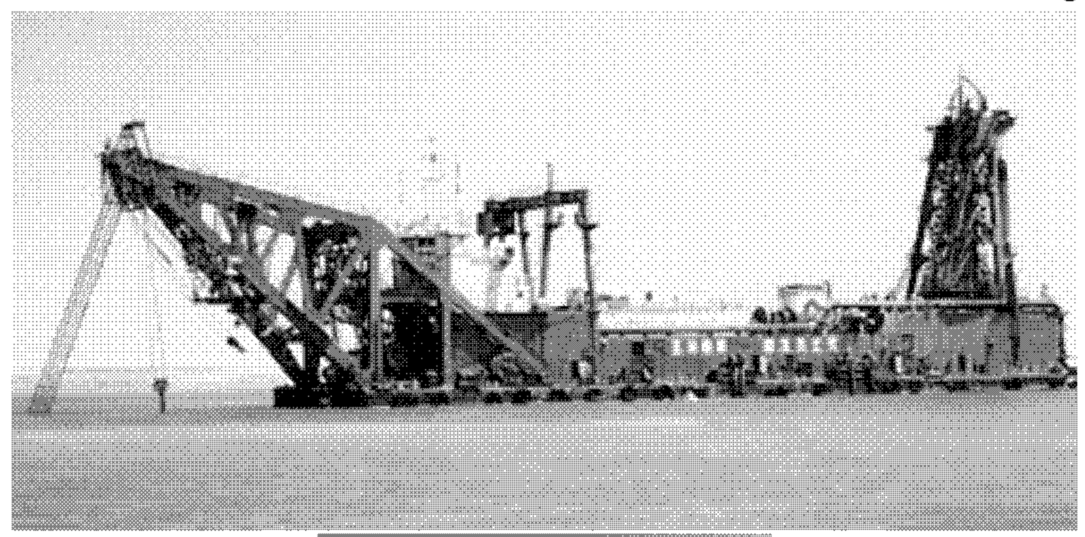
١ – يمكن للكراكة العمل حتي عمق ١٥ متر تحت سطح المياه .

٢ – تبلغ أنتاجيتها ١٠٠ م٣ / ساعة .

٣ – تبلغ مكعب المغرفة ١,١٤ م٣.

مشروع تطهير قناة السويس :

الكراكات المستعملة في هذا المشروع هي كراكات القطع والشفط . تستعمل في تطهير وتعميق مجري قناة السويس .



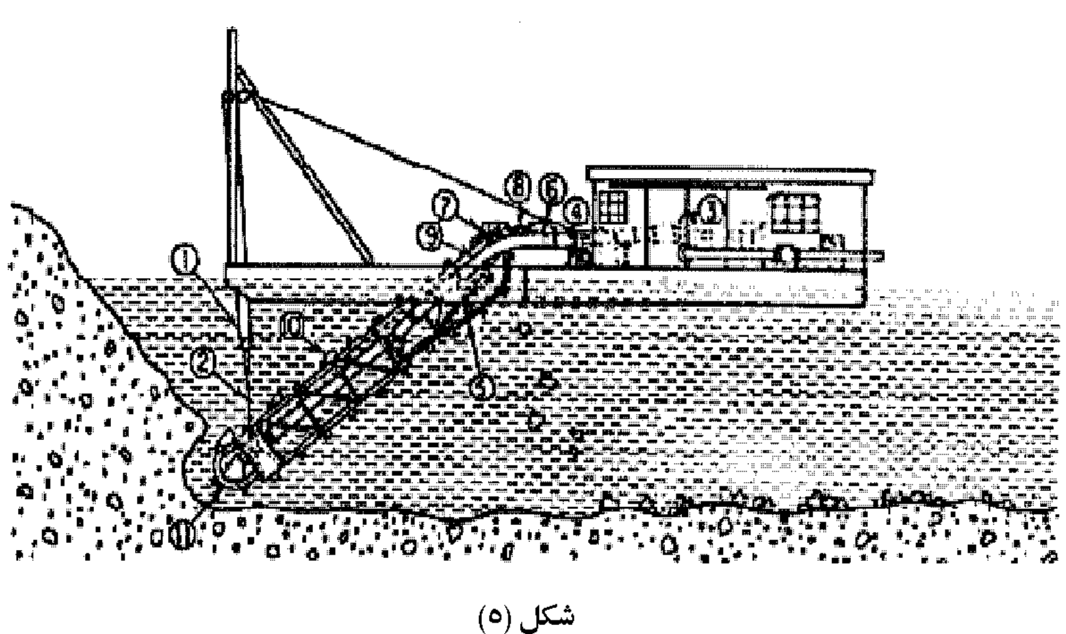
Cutter Suction Dredger – NO. 3 SUEZ

المواصفات الفنية للكراكة :

Year of Construction	March ١٩٩١ (Rebuild)
Tonnage	٦،٥٢٠GRT
Overall Length	١٣١,٠m
Length (b.p.)	٩١,٧٥m
Breadth (mld)	١٩,٤m
Depth (mld)	٦,١m
Maximum Draught	٤,٥٣m
Suction Pipe Diameter	٩١٥,٠mm
Delivery Pipe Diameter	٨٦٠,٠mm
Maximum Dredging Depth	٣٢,٠m
Minimum Dredging Depth	٥,٧m
Total Installed Power	١٦،٩٠٠PS/١٢،٤٠٠kw
Cutter Output	٢،٠٠٠PS/١٥٠٠kw
Ladder Pump Output	١،٨٠٠PS/١،٣٠٠kw

** كراكة القواديس Bucket Ladder Dredge :

تناسب هذه النوعيه من الكراكات جميع أنواع التربه وخاصه التربه الرمليه أو الطينيه أو الصخور الضعيفه ، كما أنها تتميز بالعمل في الأماكن الضيقه خاصه بجوار أرصفة المواني – شكل (٥) .



شكل (٥)

كراكة ذات قواديس

تنفذ عملية الحفر بتنزيل أطار معدني يحمل القواديس المثبته في سلسلة دائرية الي قاع الحفر . تدور القواديس فتمتلىء بناتج الحفر وتصعد الي أعلي ليتم التفريغ علي الصندل البحري . تنقل المخلفات الي مكان الردم أو رفعه الي الشاطىء .

تبلغ سعة القادوس من ٥٠ – ١٠٠٠ لتر ، يكون نصفها تقريبا محملا بالمياه ، تبلغ أنتاجية الكراكة من ١٥– ٣٠٠ م٣/ الساعة ويمكنها الحفر حتي عمق ٣٠ متر .

** الكراكة ذات المغرفة الحفارة Dipper Dredge :

يماثل العمل بهذه الكراكة ، عمل الحفار ، حيث تقوم بالحفر بواسطة ملعقة ويحمل الناتج علي صندل بحري ، ويمكنها الدوران ١٨٠ درجة – شكل (٦) .



كراكة مزودة بحفار Backhoe Dredger

شكل (٦)

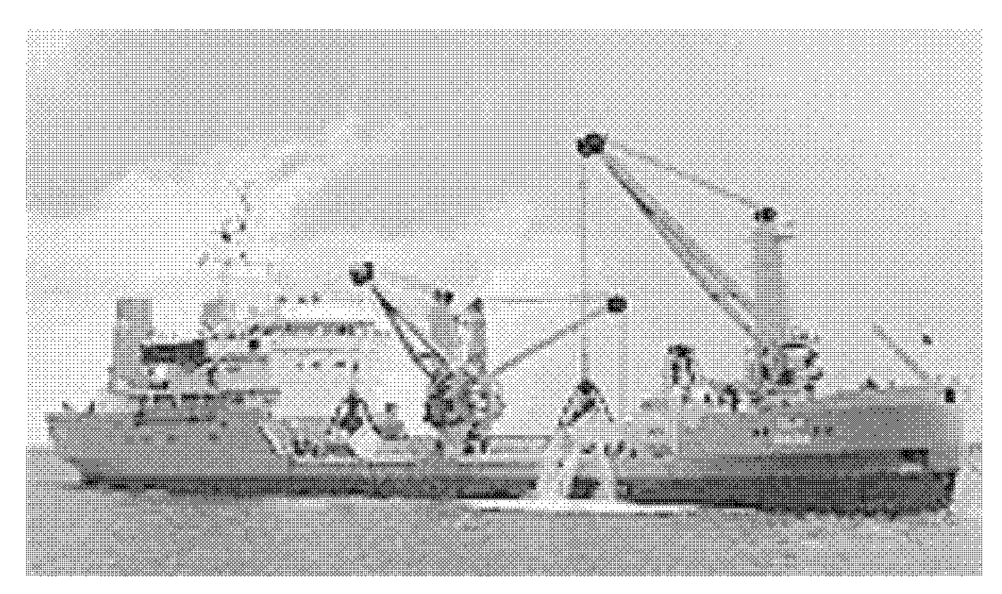
الكراكة ذات المغرفة الحفارة

تثبت هذه الكراكه بخازوقين في قاع القناه لأحكام العمل . يفيد هذا النوع من الكراكات في العمل في التربة شديدة التماسك والتربة الصخرية المفككة ، حيث يمكن تحميل كتل الصخور داخل الملعقة .

الكراكة المزودة بكباش Clamshell Dredge :

وهي مماثلة للنوع السابق ذكره من الكراكات ، ولكنها مزودة بونش وكباش . تصلح للعمل في الأماكن الضيقة والتربة المفككة أو الرملية – شكل (٧).





شكل (٧)

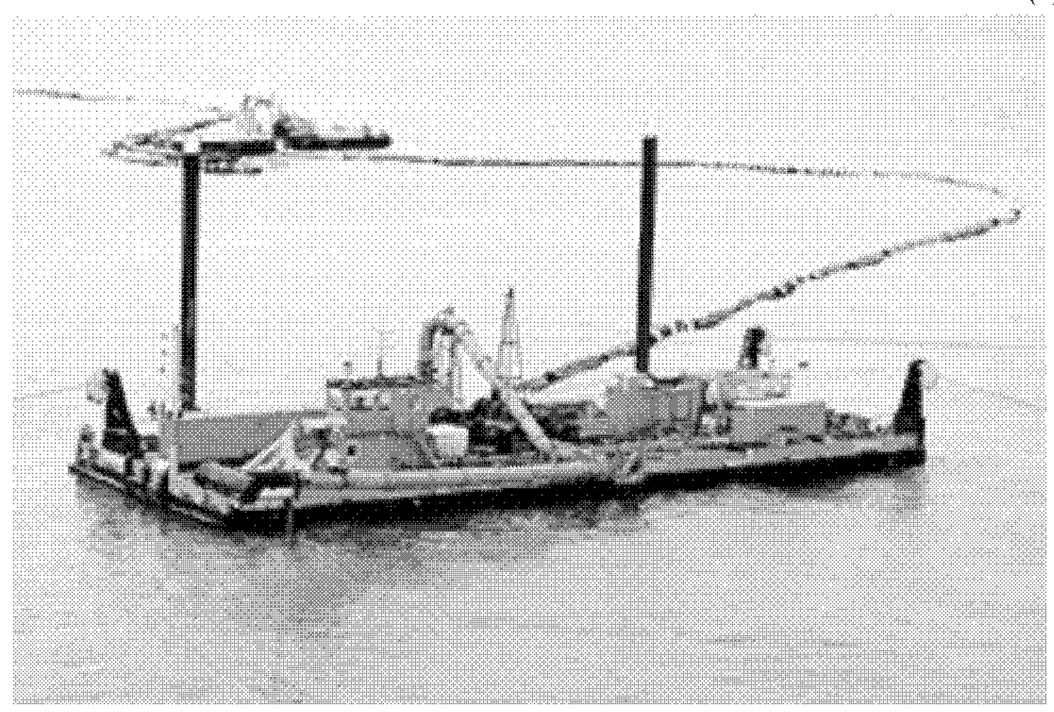
الكراكة المزودة بكباش Clamshell Dredge

البيانات الفنية :

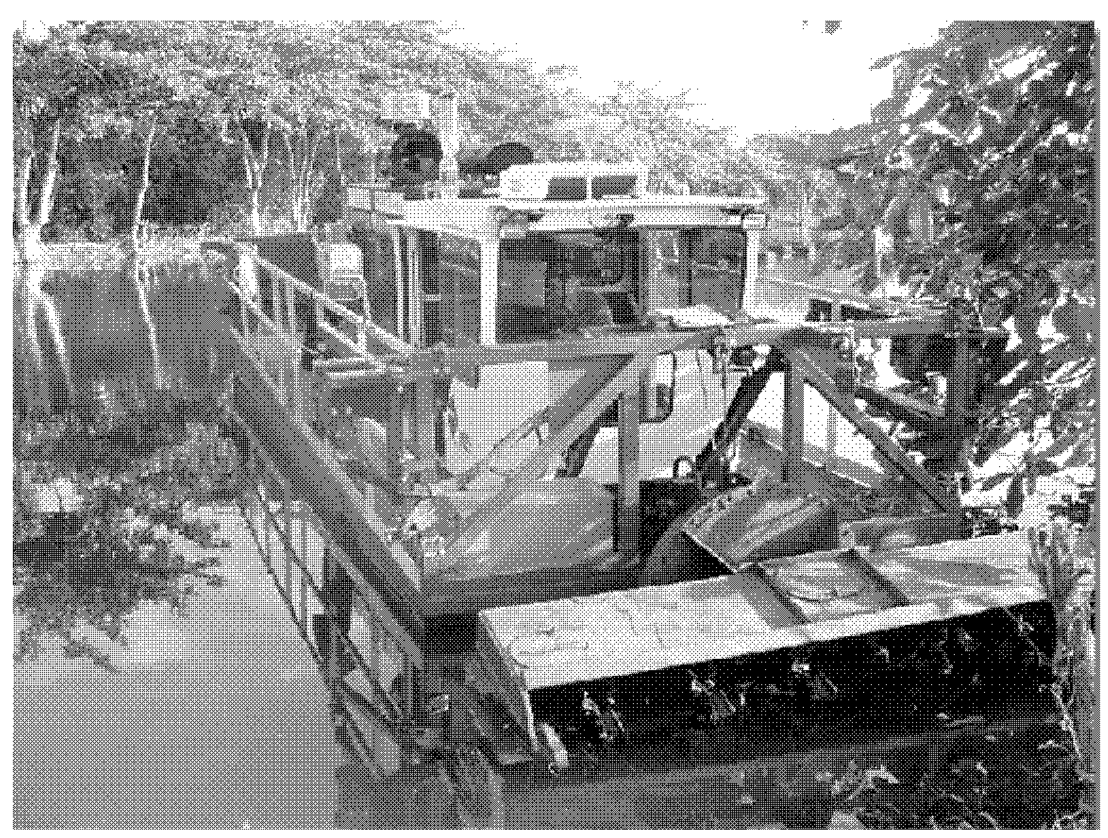
الطول الأجمالي	٨٢ متر
الوزن	٤٥٥٠ طن
القدرة	٣٧٧٠ كيلو وات
طاقة قادوس الحفر	١,٠٠ متر مكعب

<u>كراكات تقوم بأعمال في مناطق ضيقة وأعمال صغيرة مختلفة :</u>

شكل (٨) .



Spreader Pantoon



كراكة تقوم بنظافة بحيرة – بورتوريكو



كراكة تقوم بتطهير الأعشاب من أحد المجاري المائية



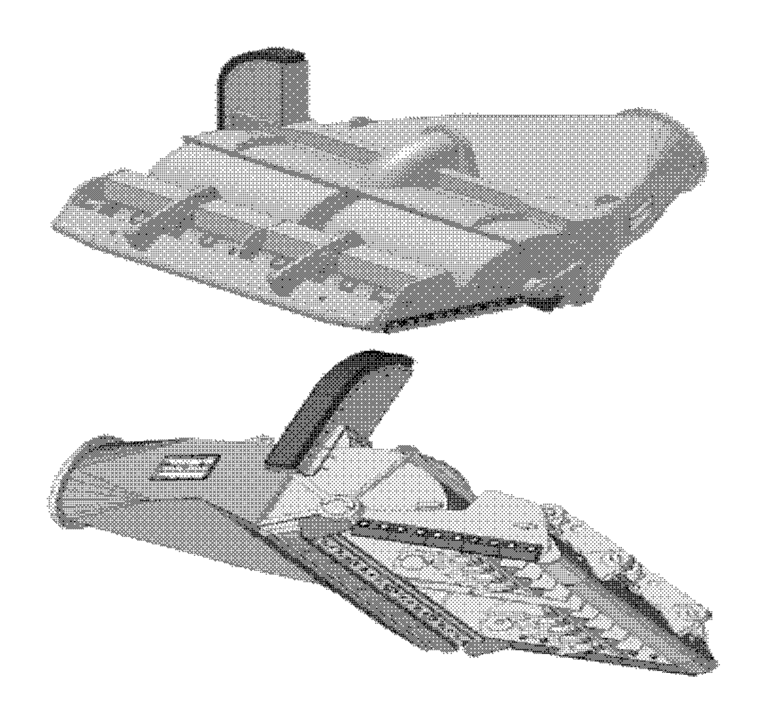
شكل (٨)

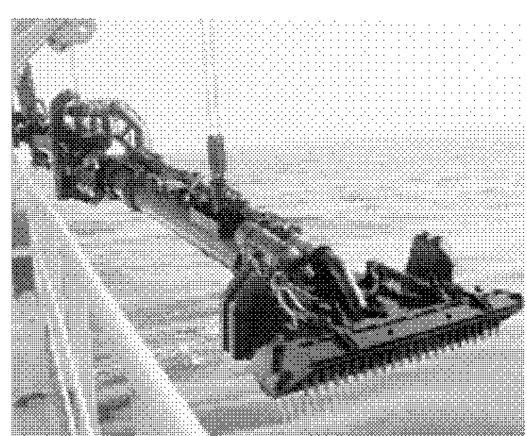
كراكة تزيل الأعشاب وتطهر البحيرات – ولاية فلوريدا

مكونات الكراكة :

١ – رأس الشفط Drag Head :

شكل (٩) ، شكل (١٠) .

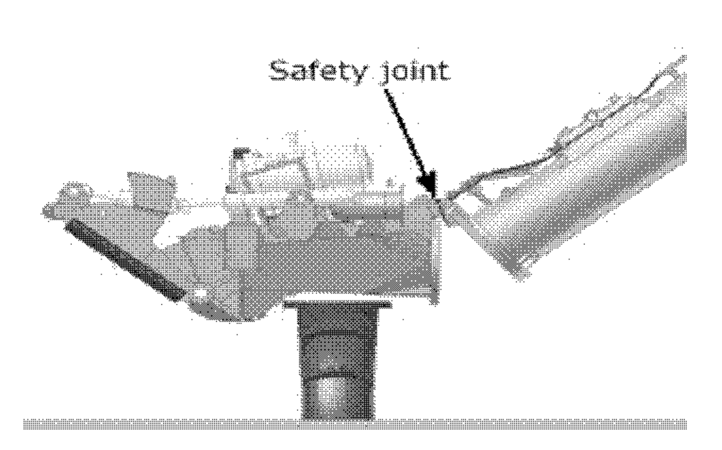


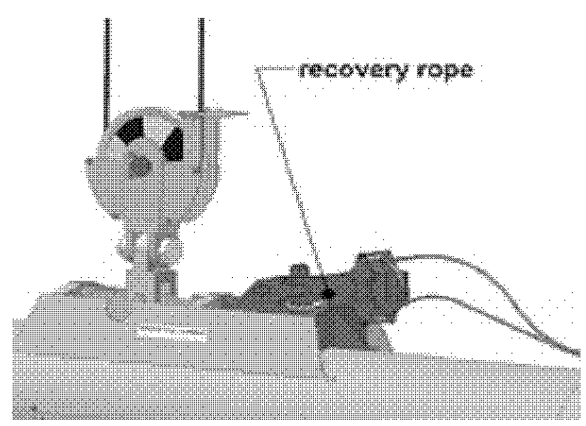


شكل (٩)

رأس الشفاط مع الماسورة الأولي

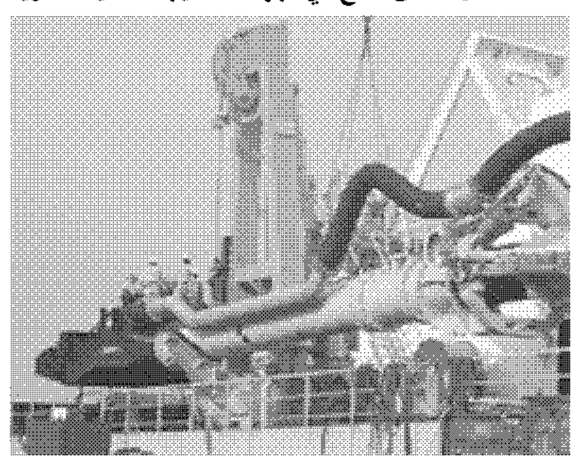
تكون الماسورة الأولي بقطر ٦٠٠- ١٠٠٠ مم ويحدد طولها من عمق منسوب التكريك . تقع هذه الماسورة بين عجلة الأدارة والرأس الحفار .





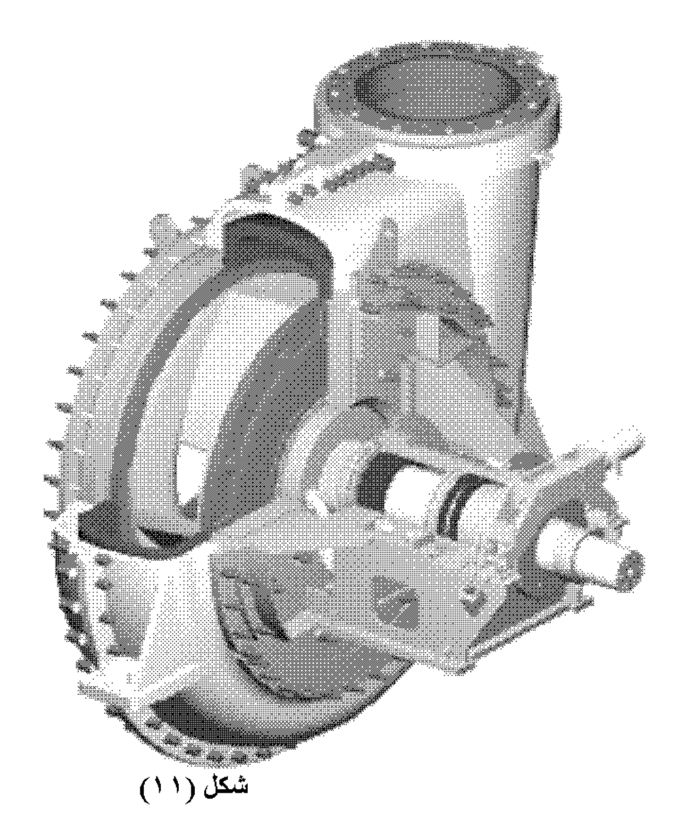
شكل (١٠)

مفصل الأمان لمنع أي أجهادات نتيجة عملية التكريك



٢ ـ طلمبة التكريك Dredge pumps :

تكـون هـذه الطلمبـة عاليـة الكفـاءة حتـي أثنـاء العمـل الـشاق المتواصل . تتميز بمقاومتها العالية لعةامل البري والأحتكاك مع التربة وكذلك الصيانة البسيطة – شكل (١١) .



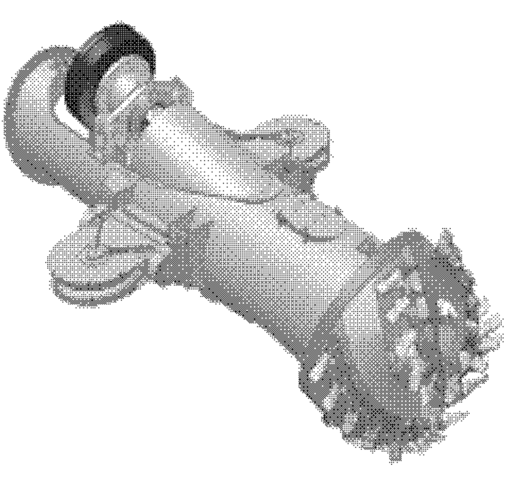
شكل (١١)

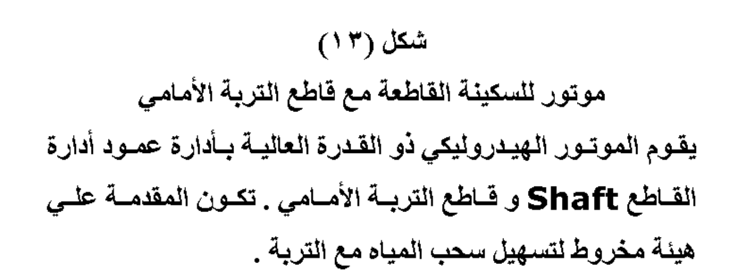
طلمبة التكريك Dredge Pump

٣ ـ مقدمة الحفار :

وهي عبارة عن مجموعة تشمل :

- الماسورة الدائرية أو ماسورة بقطاع صندوقي قوي Pipe or a box-type – شكل (١٢) .
- موتور للسكينة القاطعة ـ شكل (١٣) Cutter drive motor .
- عمود القطع Cutter shaft .

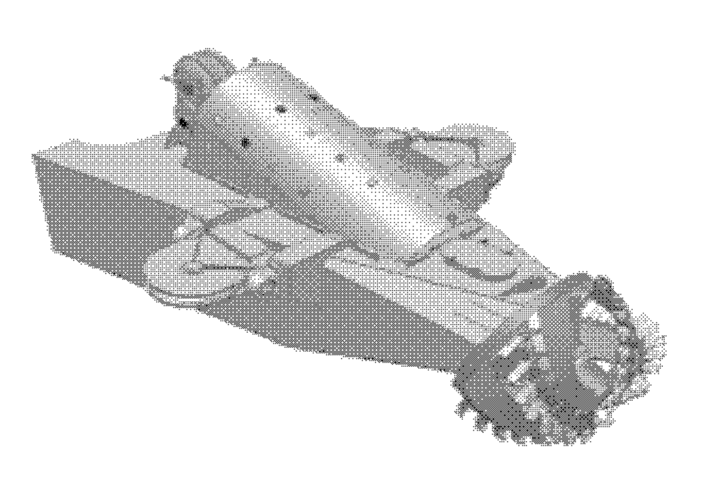


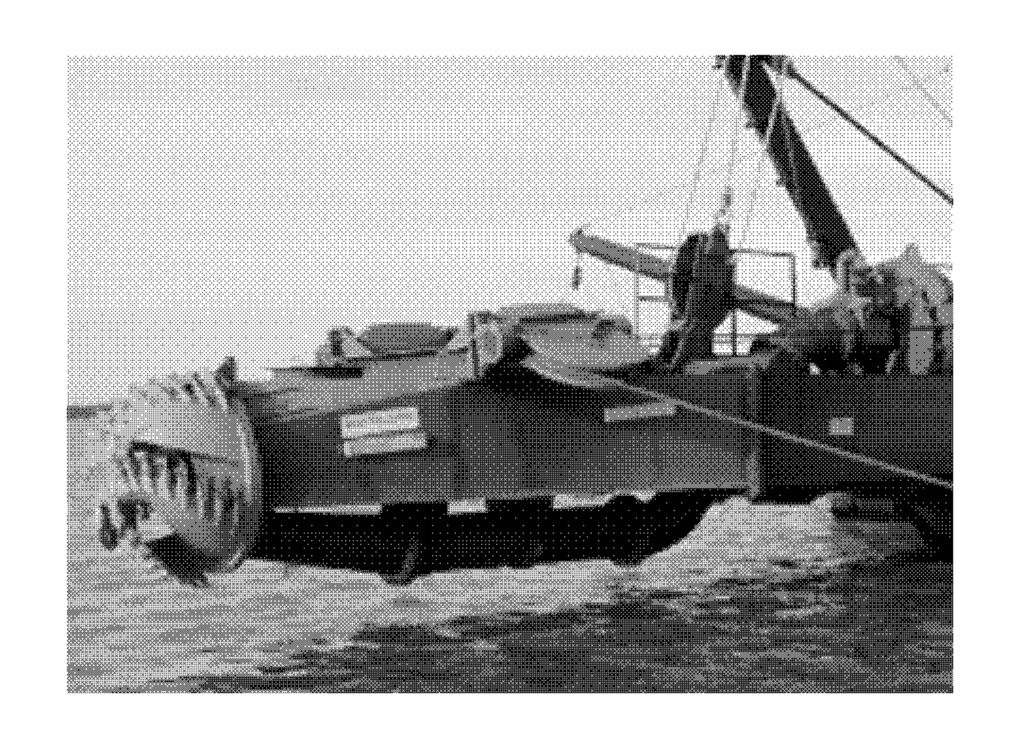


شكل (١٣)

موتور للسكينة القاطعة مع قاطع التربة الأمامي

يقـوم الموتـور الهيـدروليكي ذو القـدرة العاليـة بـأدارة عمـود أدارة القـاطع **Shaft** و قـاطع التربـة الأمـامي . تكـون المقدمـة علـي هيئة مخروط لتسهيل سحب المياه مع التربة .

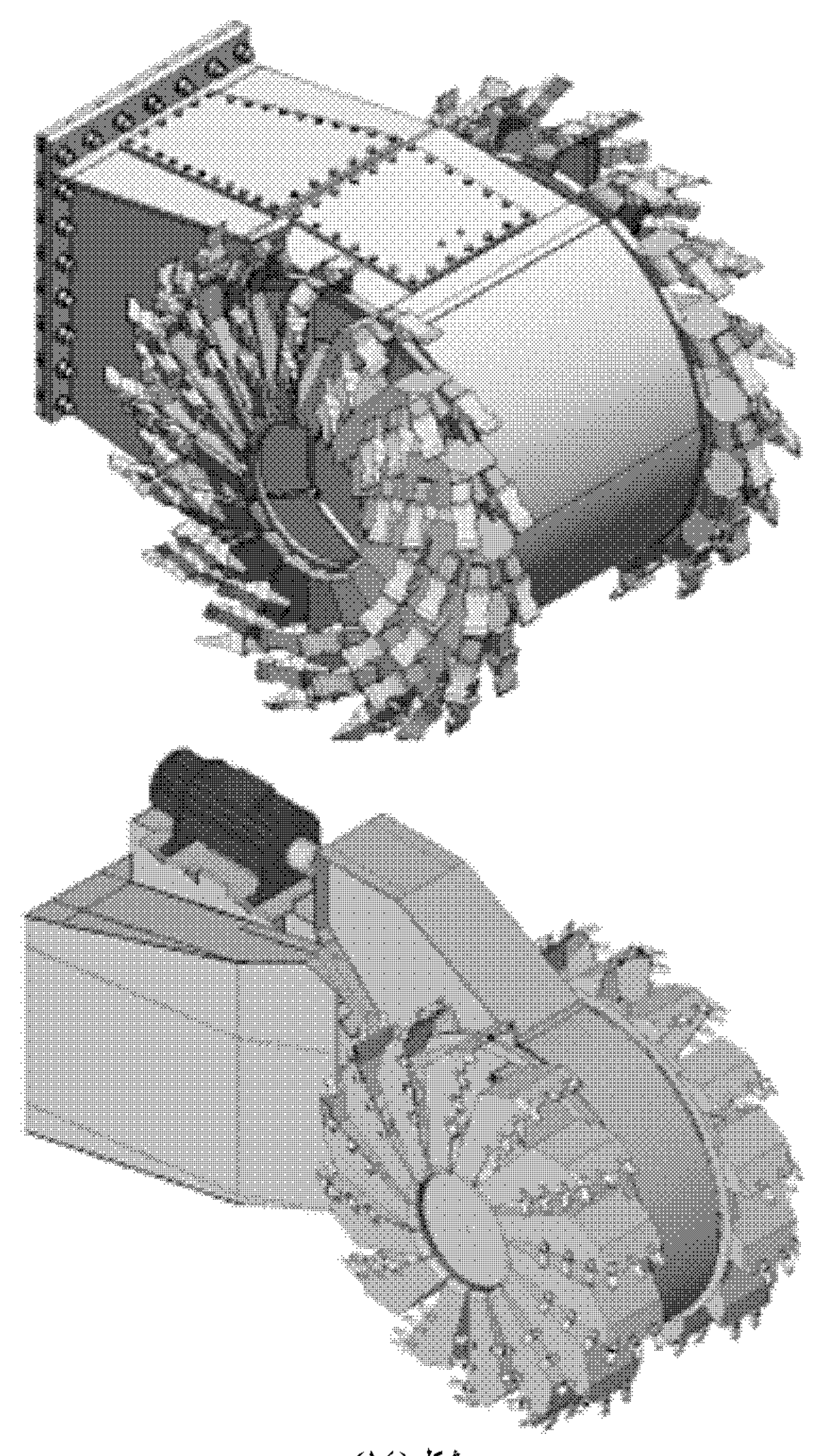




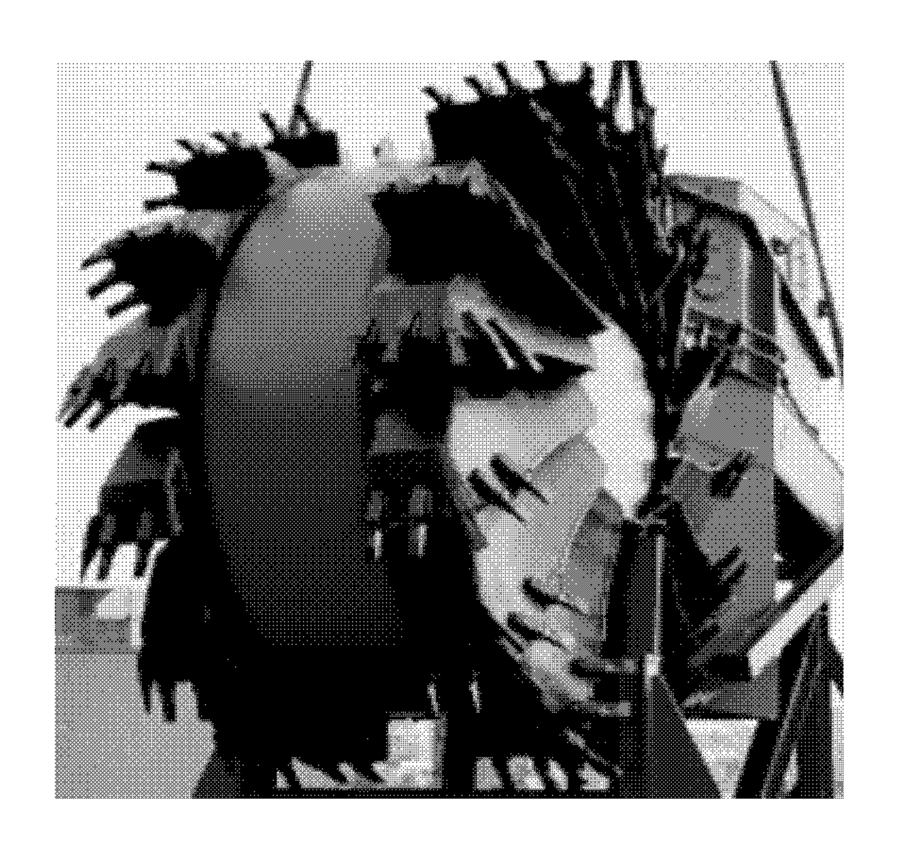


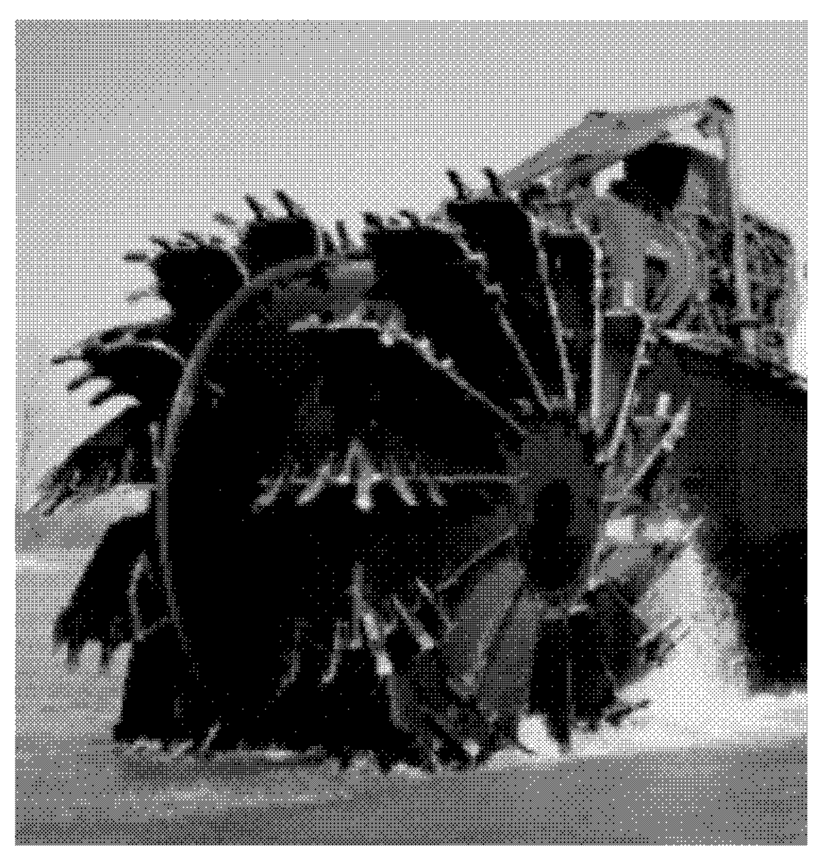
شكل (١٣)

موتور للسكينة القاطعة مع قاطع التربة الأمامي



شكل (١٤)
العجلات القاطعة أسفل المياه Underwater cutting wheels

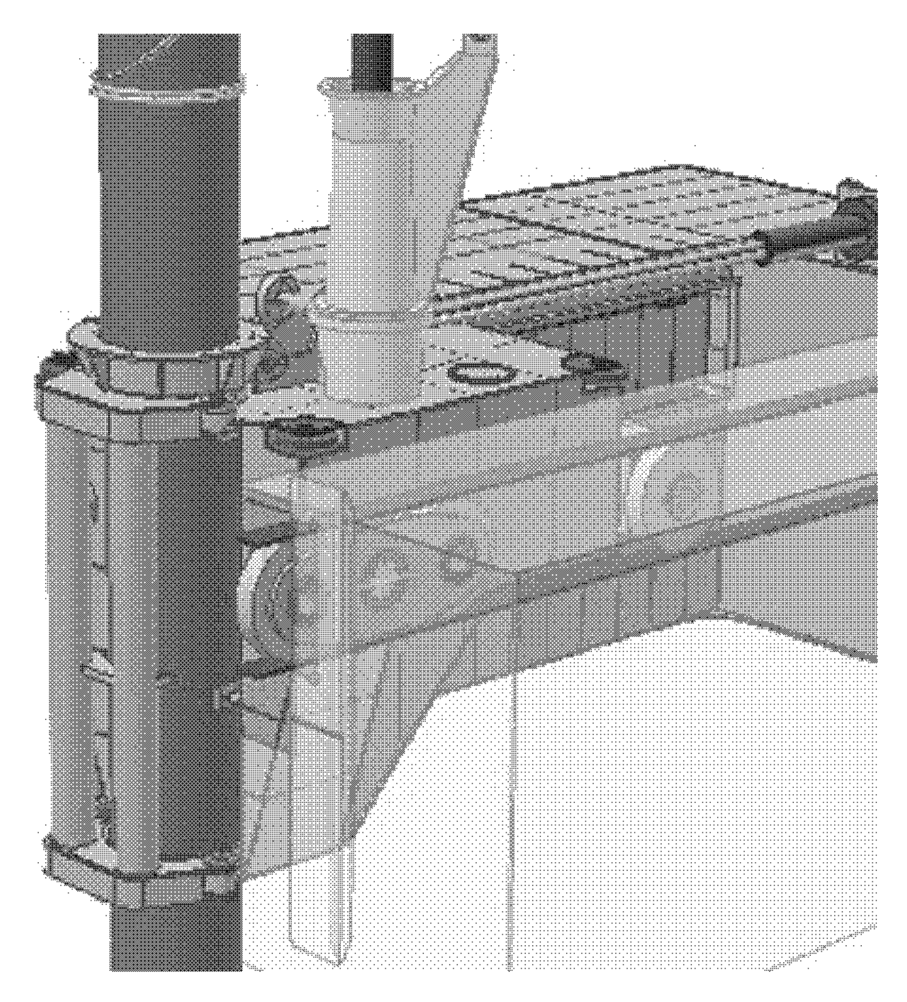




شكل (١٤)

العجلات القاطعة أسفل المياه **Underwater cutting wheels**

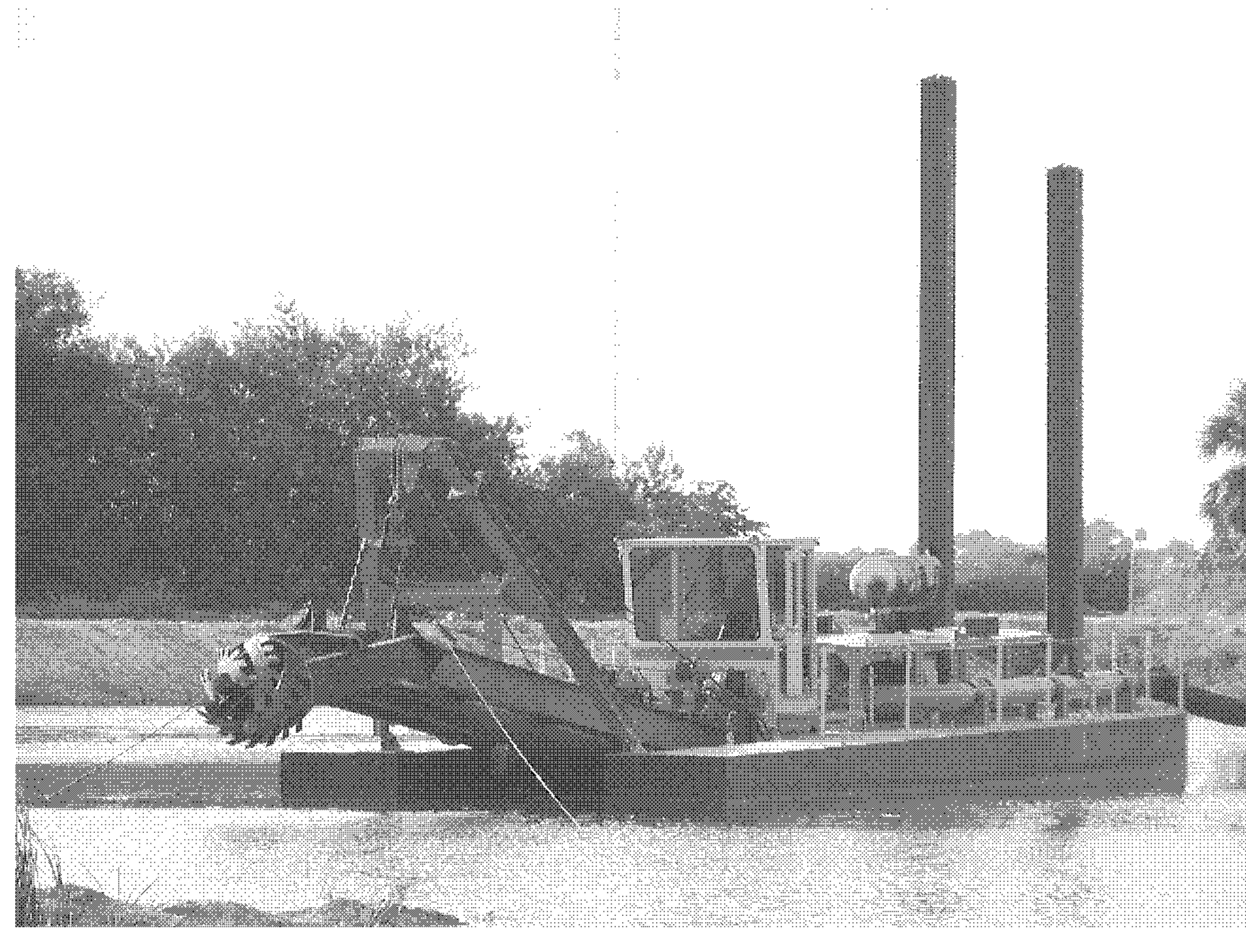
طرازات أخري

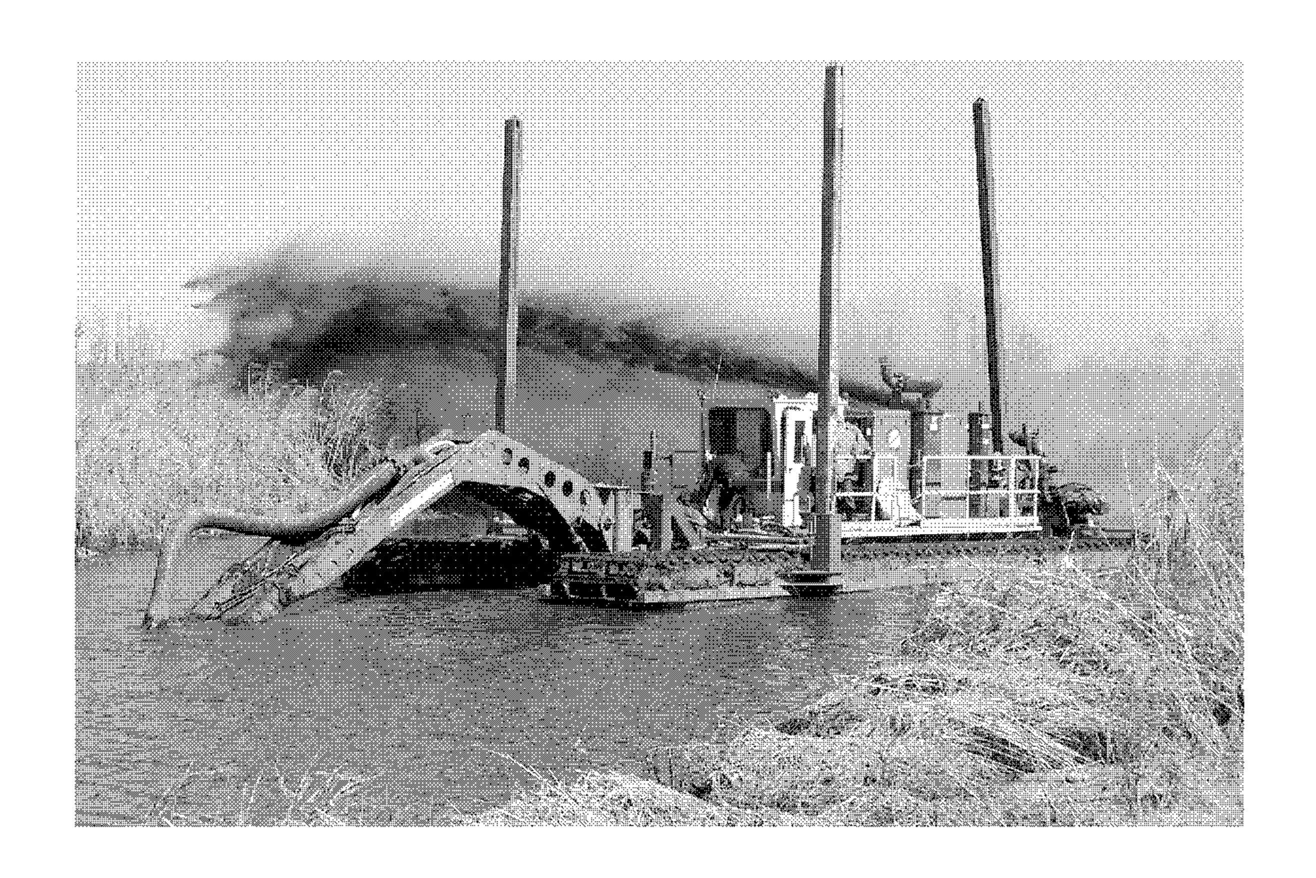


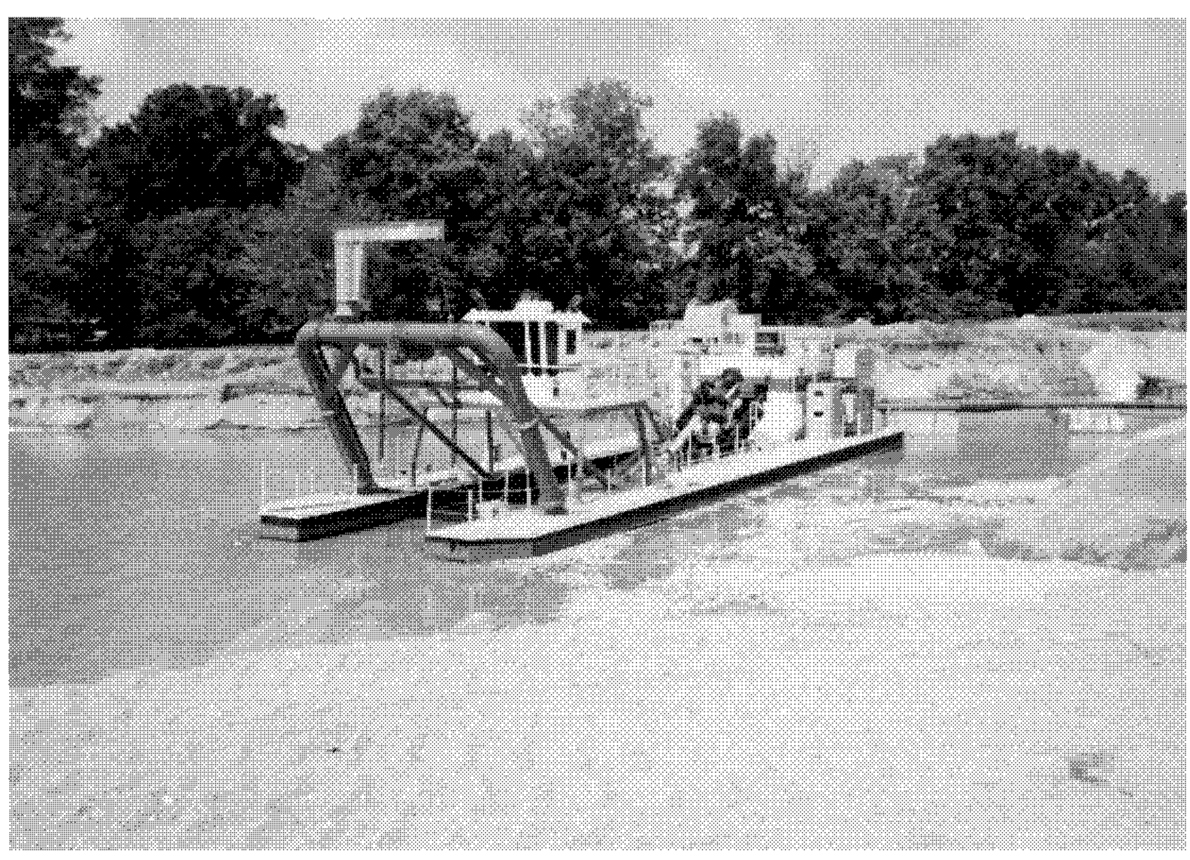
Boogie frame spud carriers أتصال هيكل الكراكة مع القائم

كراكات متنوعة تناسب حجم العمل والأغراض الأنشائية .









كراكات تناسب الأعمال الصغيرة في تطهير المجاري المائية أو أزالة الأعشاب ٠٠٠

أستخدام شعاع الليزر في أعمال الأتربة

التحكم الآلي لمعدات الحفر وتحريك التربة باستخدام أشعه الليزر

تعريف كلمه ليزر:

كلمه ليزر Laser باللغة الأنجليزية هي اختصار الحروف الأولي من جملة :

Light Amplification Stimulated Emission Radiation

وشعاع الليزر هو شعاع ضوئي ذو تركيز بؤري شديد ، أي أن الشعاع محدود الانتشار بين المصدر وبين الهدف بحيث يمكن اعتباره خطا دقيقا من الضوء (المرئي أو غير المرئي) يتميز بالأستقامة المطلقة .

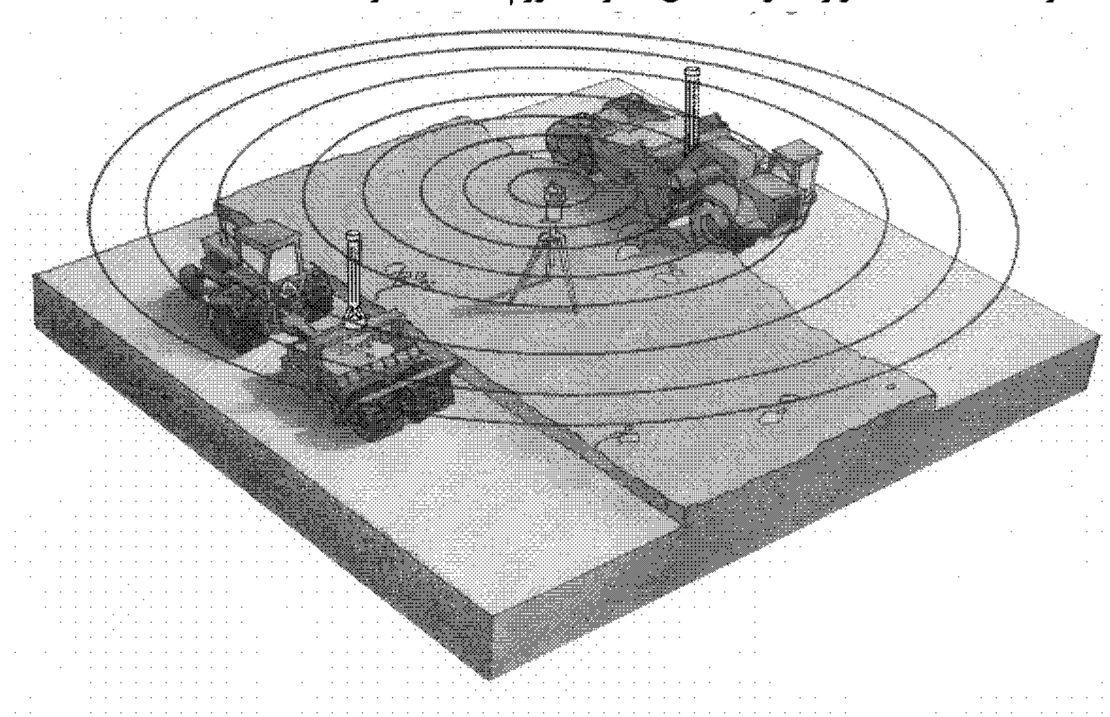
تنقسم أنواع شعاع الليزر المستخدم في التطبيقات الهندسية الي :

١ – شعاع الليزر المرئي .

٢ – شعاع الليزر الغير مرئي .

عند دوران الشعاع ، يتكون مستوي دوار (سطح المقارنة) يمكن القياس عليه لتخطيط أنحدارات الأسطح وأستقامة الأتجاهات الرأسية والتسامت الرأسي ...

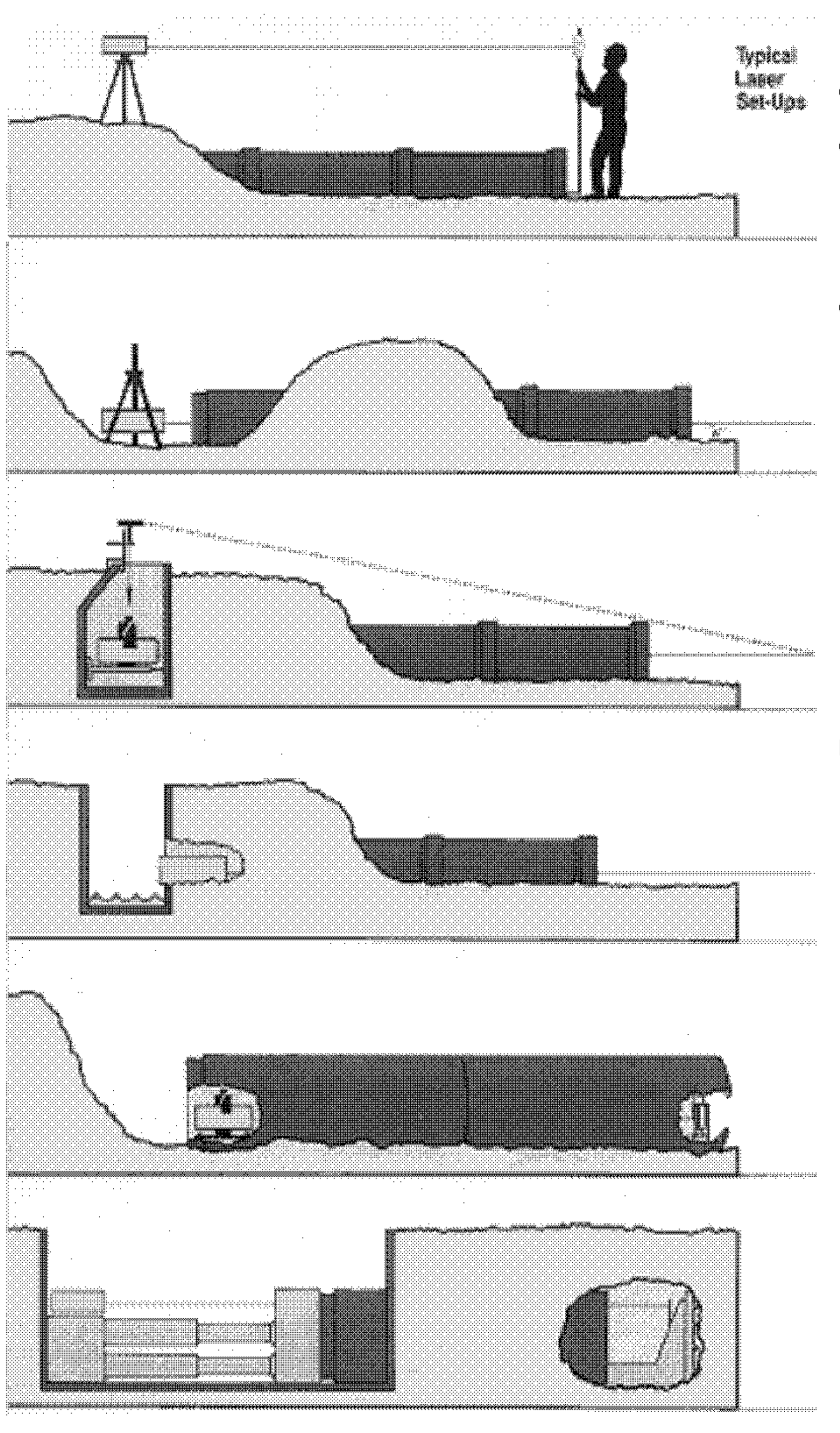
يناسب هذا النظام أعمال الحفر والتسوية للمناطق الواسعة مثل أعمال استصلاح الأراضي أو تجهيز موقع عمل كبير بأزالة الأتربة وتسوية الموقع بصفة عامة – إنشاء الطرق والمطارات – أعمال حفر وتبطين القنوات – حفر المصارف المغطاة – الحفر والتكريك أسفل القنوات لزوم تعدية السيفون...



شكل (١)

شعاع الليزر صادرا من الجهاز الذي يدور حول محور رأسي مكونا مستوي دائري

<u>تستعمل هذه التقنية في مجالات عديدة منها :</u>



١ – أعمال تسوية الأراضي .

٢ – الأعمال المساحية : القياسات الأفقية – المناسيب – الأتجاهات الرأسية .

٣ – الأنشاءات المدنية .

٤ – خطوط الأنحدار في مشروعات الصرف الصحي .

٥ – أنشاء الأنفاق .

٦ – أعمال الطرق والمطارات .

٧ – أعمال حفر القنوات والتبطين .

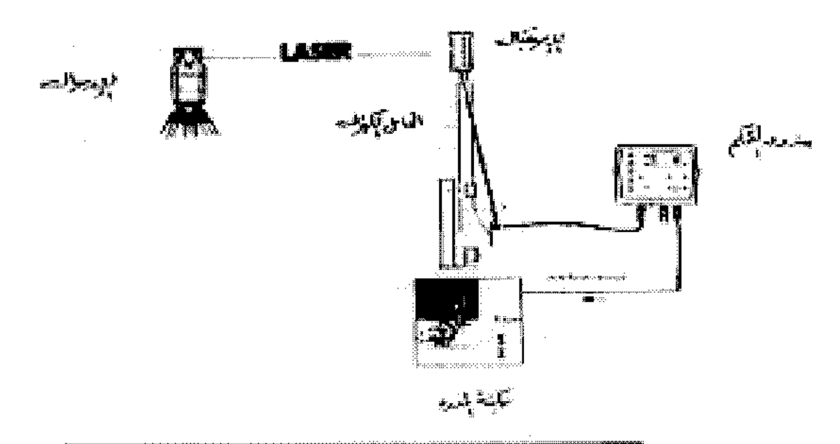
٨ – أعمال الصرف المغطي .

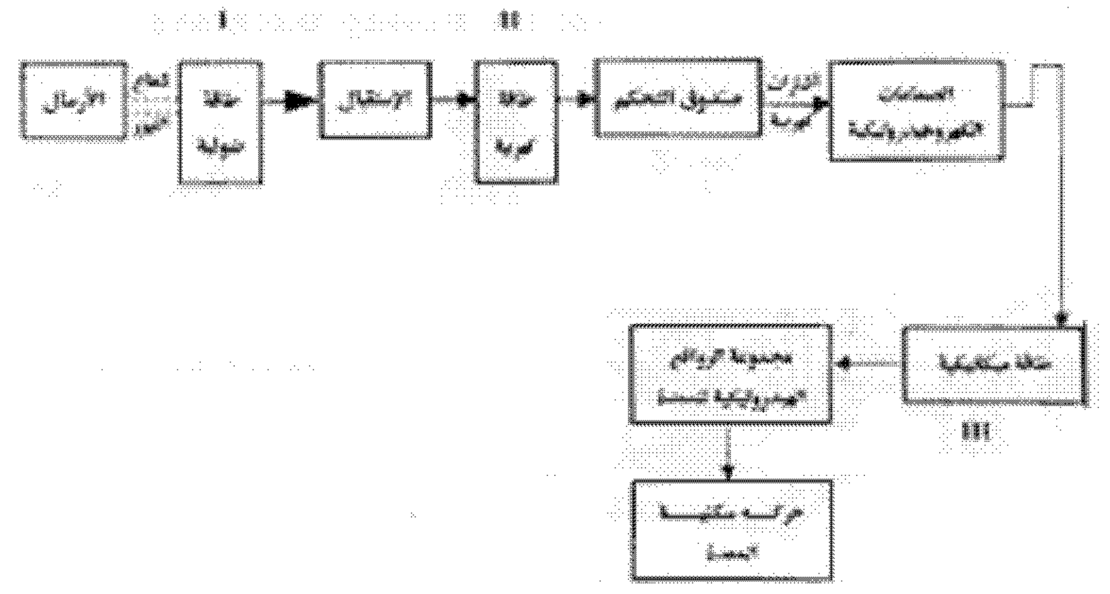
شكل (٢) يوضح مجالات أستخدام أشعة الليزر في الحياة اليومية .

شكل (٢)

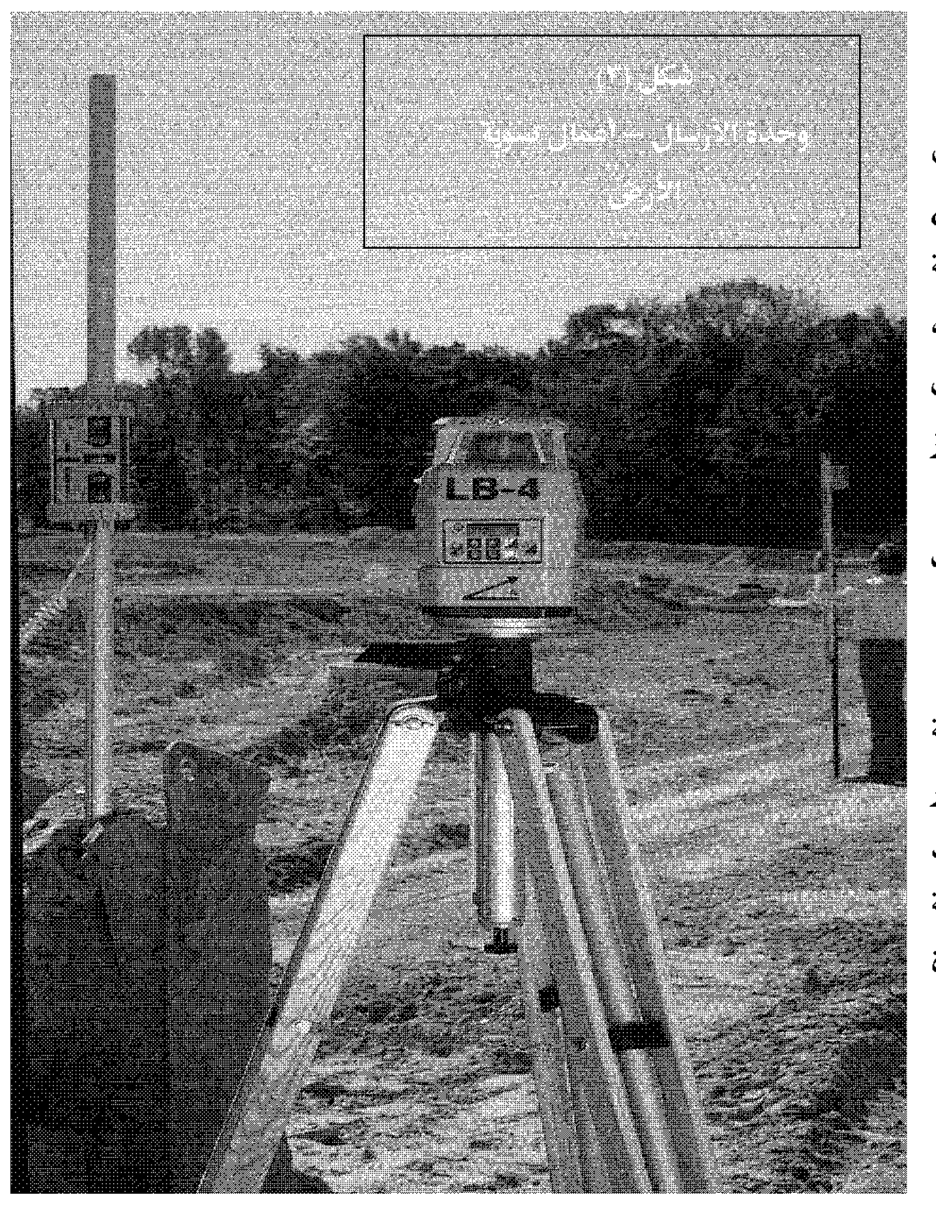
تطبيقات أستخدامات الليزر في الحياة اليومية

أولا : أستخدام الليزر في أعمال التحكم الآلي لآلات الحفر وتحريك التربة :





النظرية العلمية لأستخدام شعاع الليزر في التحكم الآلي للمعدات



شكل (٣)
وحدة الإرسال – أعمال تسوية الأرض

المكونات الأساسية لأجهزة الليزر:

١ - وحدة الإرسال :

وهو جهاز إرسال شعاع الليزر . يكون شعاع الليزر (مرئي أو غير مرئي تبعا لنوع الجهاز) ، علي شكل شعاع دوار بسرعة عالية – (بين صفر و٦٠٠ لفة / دقيقة) ، مما يجعلها ترسم مجالا دوارا (مستوي مقارنة) من شعاع الليزر . يركب الجهاز علي حامل ثلاثي الأرجل – شكل (٣ .)المدى المؤثر للشعاع = ٣٠٠ متر كنصف قطر دائرة حول مركز الشعاع (الجهاز) .

والجهاز مزود بوحدة تحذير في حالة وجود أي خلل بالجهاز أو في مصدر القوة الكهربية للجهاز أو في حالة وجود خلل في الضبط ، يصدر الجهاز أشعة متقطعة تنبه علي مستخدم الجهاز بضرورة أزاله هذا العطل.

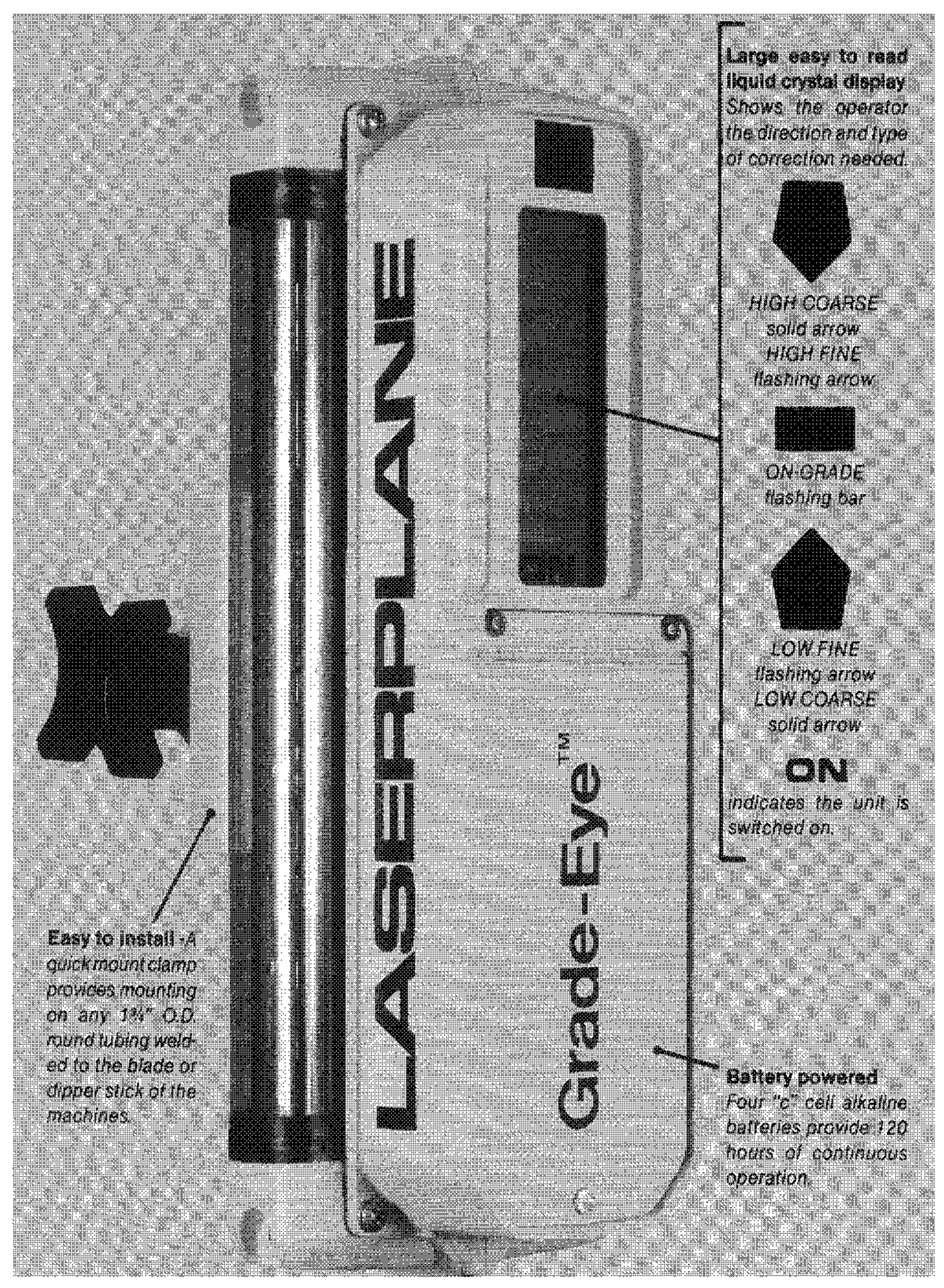
يمكن أن يضبط شعاع الليزر علي ميل محدد (انحدار) بأي قيمه مطلوبة قبل البدء في العمل . يعمل هذا الجهاز بمصدر تيار كهربي مستمر بقدرة ١٢ فولت (من بطارية سيارة) .



شكل (٣)
جهاز المرسل (بدون القوائم الخشبية)

٢ – وحدة الاستقبال :

تركب هذه الوحدة علي حامل أو قائم تلسكوبي يمكن تركيبه علي سكينه الحفر للبلدوزر أو الجريدر مباشرة . تقوم وحده الاستقبال بالتقاط شعاع الليزر الدوار بواسطة مراكز استقبال حساسة علي المحيط الخارجي لوحدة الاستقبال – شكل (٤) .

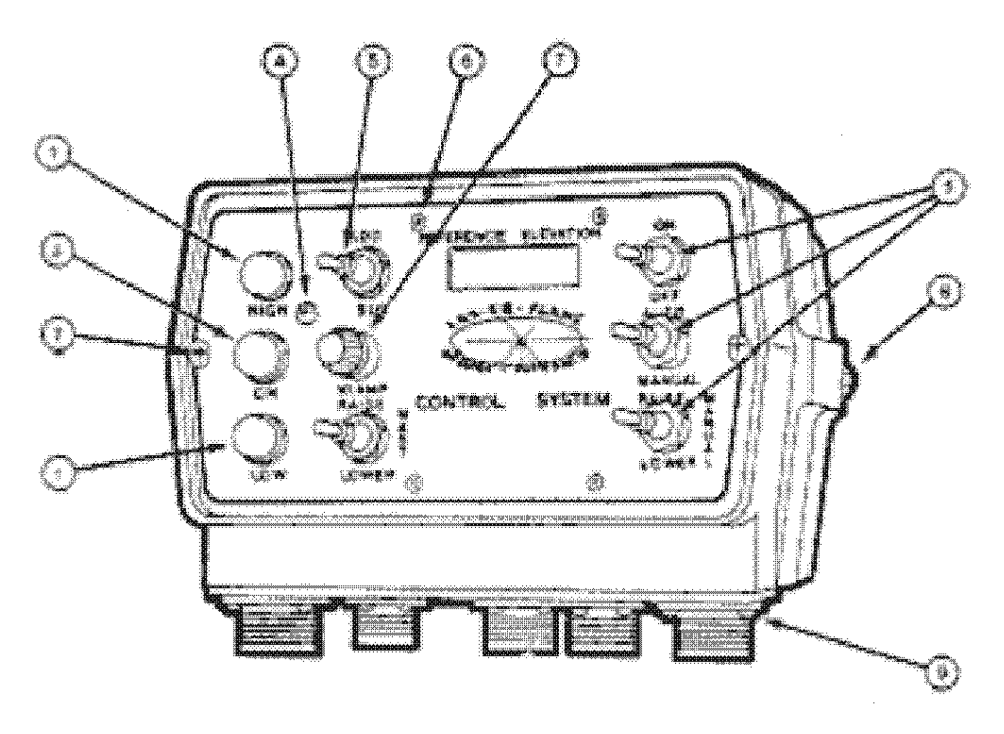


شكل (٤)

جهاز الأستقبال (يعلق علي صاري بالمعدة)

٣ - صندوق التحكم الآلي:

وهو عبارة عن وحدة اليكترونية مركبة أمام سائق المعدة ، وتعتبر العقل المفكر لمجموعة العمل . يوجد بالصندوق مجموعه لمبات رأسيه (اللمبة العليا والسفلي باللون الأصفر والوسطي باللون الأخضر) . وظيفة صندوق التحكم هي تلقي نبضات كهربائية من المستقبل كترجمه لوضع السطح الشعاعي لليزر ، التي تظهر في لمبات البيان أمام السائق ، حيث يكون الضوء الأخضر (الأوسط) دالا علي أن سكينة المعدة مطابقة للمنسوب المحدد ، بينما يكون الضوء الأصفر العلوي دالا علي أن السكينة أعلي المنسوب والضوء الأصفر السفلي أسفل المنسوب . نتقل هذه النبضات عن طريق صندوق التحكم كتعليمات محدده إلي الصمامات الهيدروليكية المركبة علي الدائرة الهيدروليكية للمعدة الأصلية وسكينة الحفر . هذه التعليمات عبارة عن تصحيحات لحركة السكينة بما يتفق مع المنسوب المحدد من البداية . تتم حركة التصحيح بمعدل ١٠ مرات كل ثانية والتي هي عبارة عن سرعة مرور شعاع الليزر بجهاز الاستقبال (٦٠٠ لفة / الدقيقة) – شكل (٥) .



١ – لمبة تبين أعلي وأسفل المنسوب ٣ – الجهاز علي المنسوب

٥ – مفاتيح تشغيل ٩ – مثبتات الجهاز

شكل (٥)

جهاز التحكم

<u>طريقة العمل :</u>

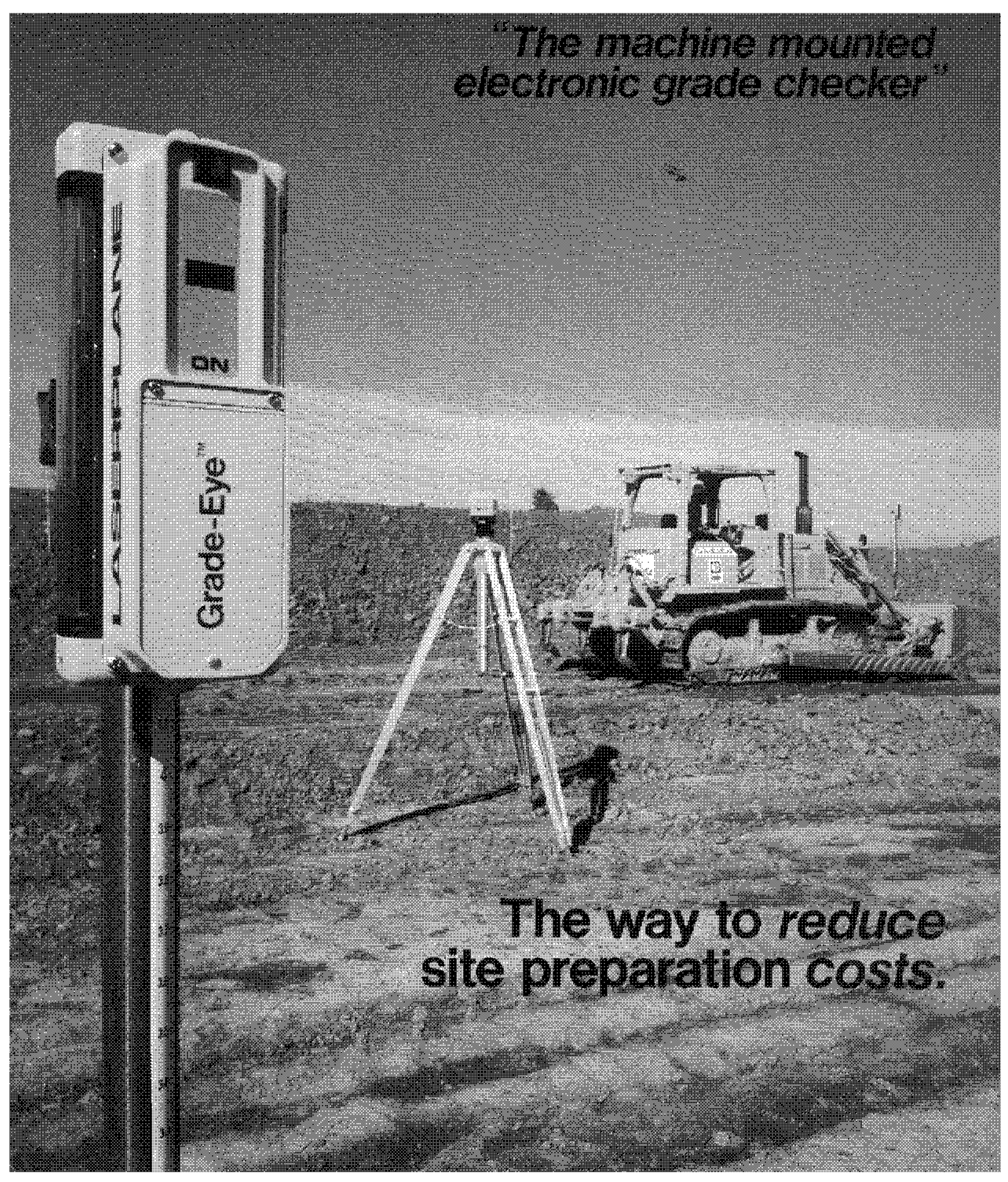
تبدأ عملية الحفر أو التسوية بعملية مساحية سريعة لتحديد ما يلي :

١ – تحديد النقاط المرتفعة والنقاط المنخفضة.

٢ – مقارنة المنسوب التصميمي بالنسبة للمنسوب الأرض الطبيعية ، والتي يتم علي أساسه عملية الحفر أو التسوية بعد العملية المساحية السابقة ، يتم تحريك القائم التلسكوبي المركب علي سكينة المعدة والحامل لجهاز الاستقبال لأعلي أو لأسفل ليناسب ارتفاع الشعاع الوارد من جهاز الإرسال ، ويتم تسجيل مقدار المنسوب التصميمي علي عداد صندوق التحكم . تبدأ عمليه التسوية حسب المنسوب الذي تم تحديده وبالانحدار المطلوب بصوره كاملة . يظل حامل جهاز الاستقبال المركب علي سكينة المعدة مثبتا علي المسافة المحددة له (بين منسوب سطح شعاع الليزر وبين حرف سكينه الحفر أو التسوية) وذلك عن طريق قيام مجموعة التحكم بتحريك سكينة الحفر للثبات عند مستوي الحفر أو التسوية عن طريق التحكم الآلي في حركة الصمامات الهيدروليكية للمعدة . في هذه الحالة ليس علي سائق المعدة ألا السير فقط من نقطة إلي أخري بينما عملية الحفر أو التسوية تتم أوتوماتيكيا .

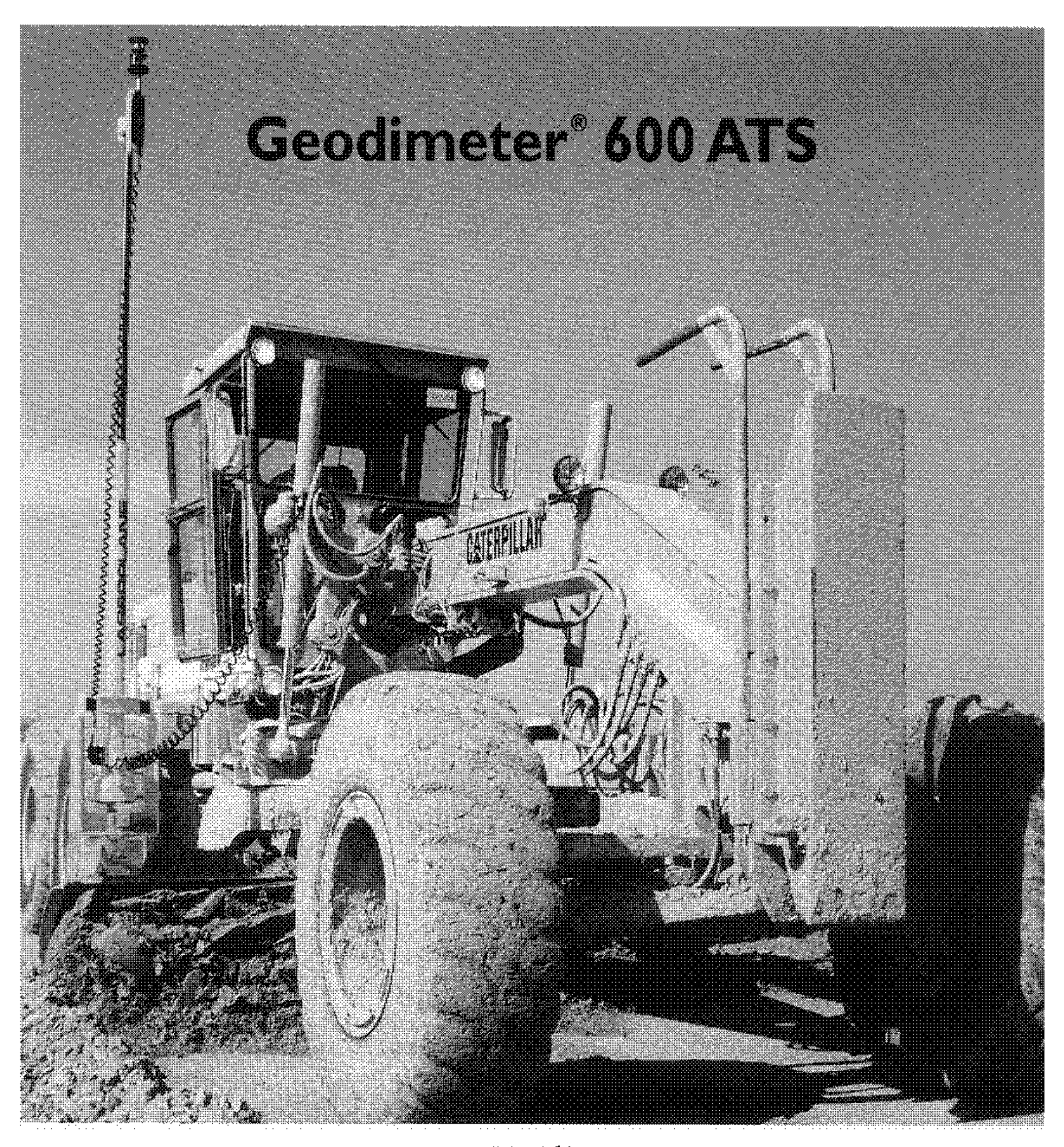
تطبيقات أستخدام الليزر في مشروعات تحريك التربة :

في نبذة مختصرة ، تعرض نشاطات اليزر عموما . شكل (٦) يوضح صورا لمعدات الأتربة العاملة بالليزر في أعمال الطرق وأستصلاح الأراضي ...



شكل (٦)

البلدوزر



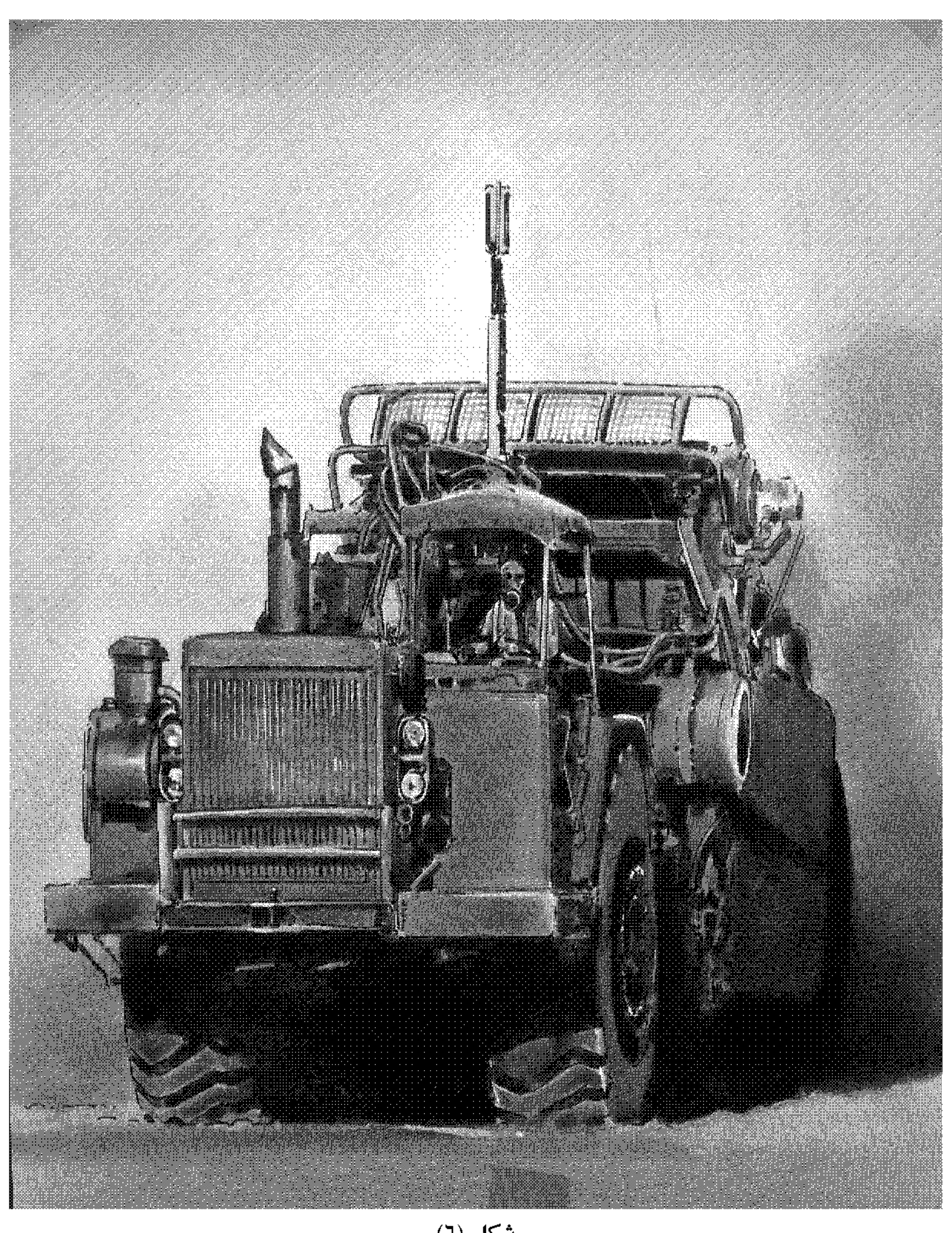
شكل (٦)

الجــريدر – يري وجود الصاري أعلي المعدة لأستقبال أشعة الليزر



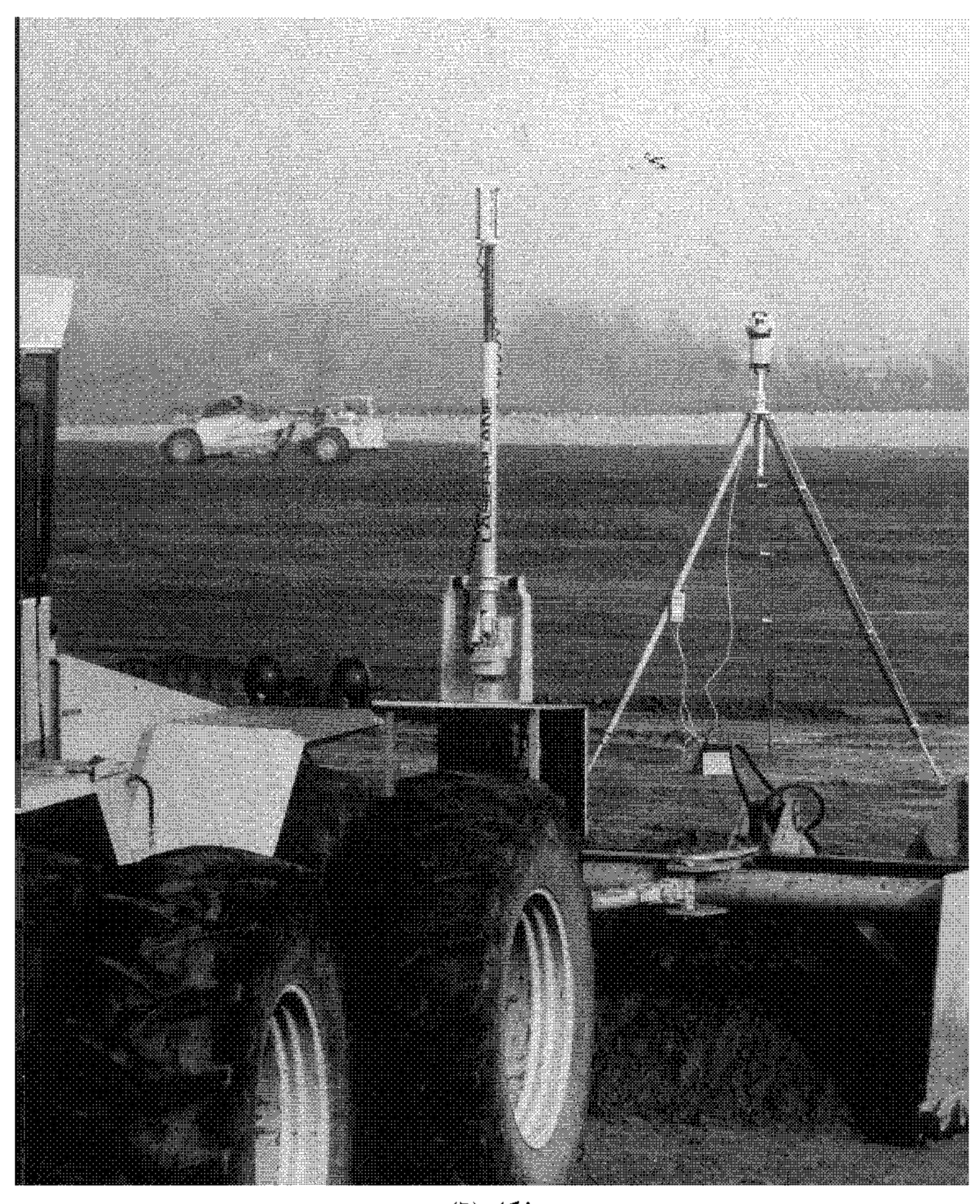
شكل (٦)

القصـابية – مجرورة بالجرار– يري وجود الصاري أعلي المعدة لأستقبال أشعة الليزر



شكل (٦)

القصابية (ســكريبر) – يري وجود الصاري أعلي المعدة لأستقبال أشعة الليزر



شكل (٦)

القصــابية – تسوية الأرض

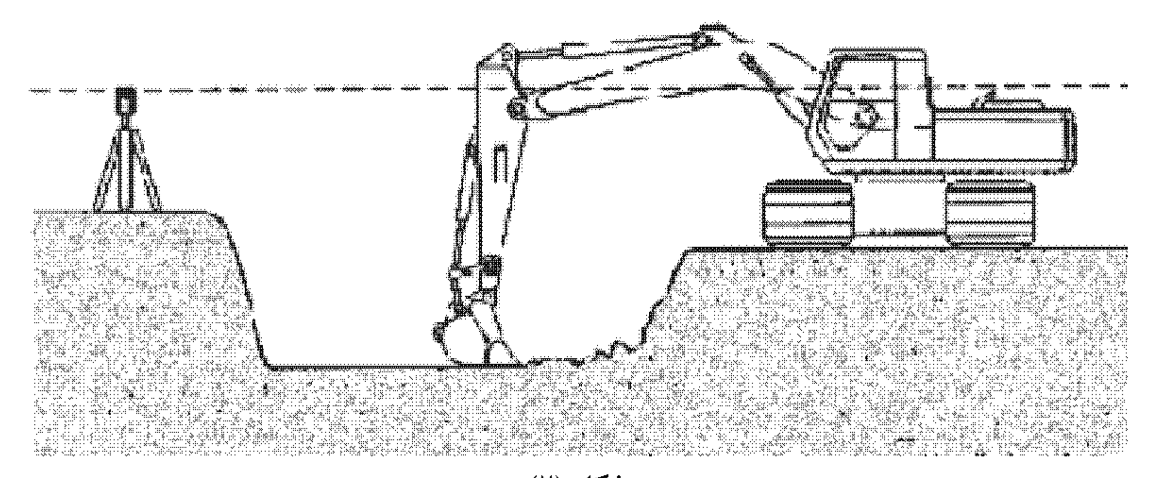
المزايا التي يمكن تحقيقها من استخدام هذا النظام :

١ – الدقة العالية – حيث لا تتجاوز فروق المناسيب + ١ سم .

٢ – خفض التكلفة الكلية للتشغيل : خفض العمالة + رفع إنتاجيه المعدة.

الحفار العامل في مجال الصرف الصحي :

شكل (٧) :



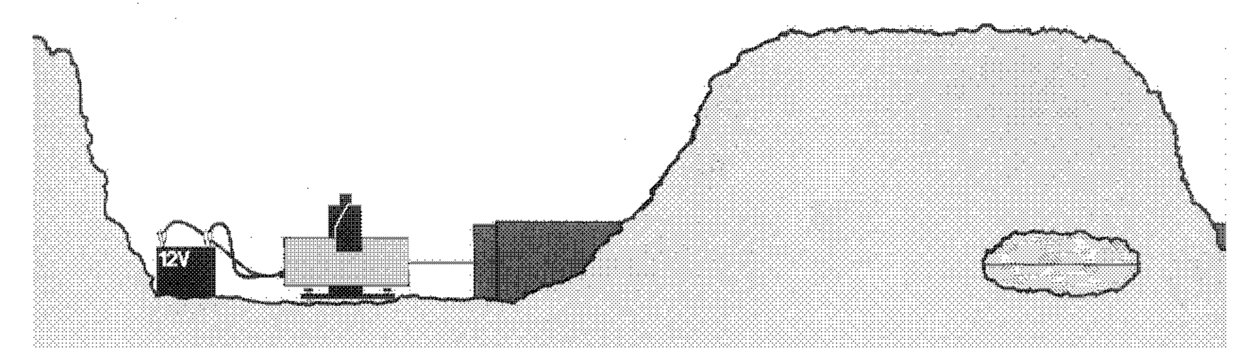
شكل (٧)

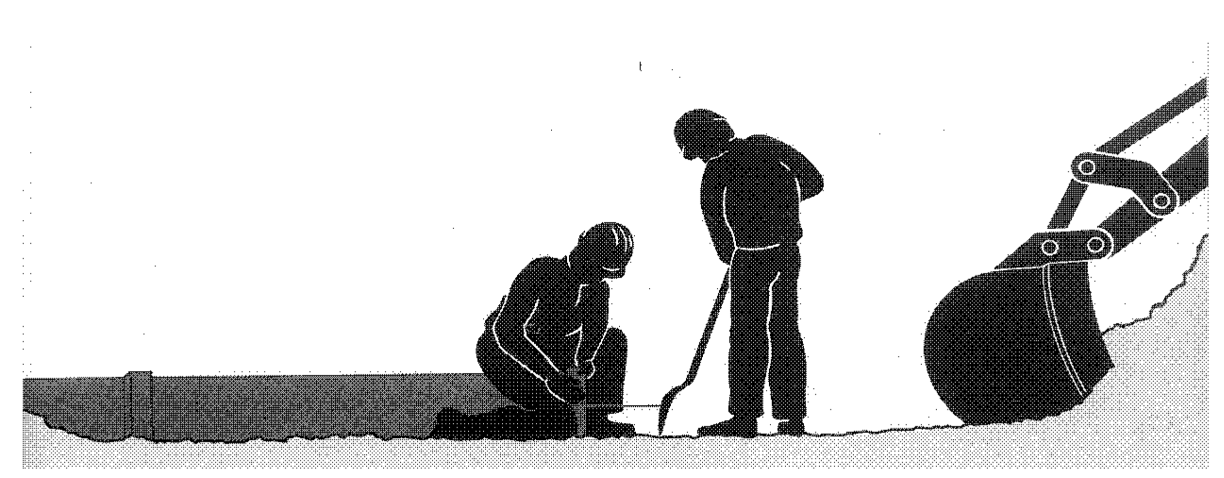
تشغيل الحفار بأشعة الليزر

١ – حدد عمق الحفر المطلوب وكذلك الميل المطلوب للحفر .

٢ – أجعل ملعقة الحفار في وضع مناسب وأضغط علي الجهاز لتثبيت هذا العمق .

٣ – أختار من لوحة التشغيل بالحفار تشغيل أوتوماتيكي ، وأبدأ العمل .





شكل (٧)

كيفية تشغيل الحفار بأشعة الليزر

أعمـــــال الــــردم

أعمـــال الــــردم
Backfilling

مواصفات أعمال الردم :

يجب أن يكون الردم المستخدم نظيفا وخاليا من الجذور أو الطفلة أو الطبقة العليا للأرض الزراعية أو الأحجار الأكبر من ١٥ سم . يتم الردم علي طبقات بسمك ٣٠ سم مع الرش بالمياه والدمك جيدا . يعمل اختبارا للدمك كل ١٠٠ متر مكعب علي أن يكون الدمك = ٩٥٪ من أقصي كثافة . علي ألا يستأنف العمل قبل اعتماد النتائج من قبل الاستشاري . وفي حاله توريد الردم من خارج الموقع ، يكون متدرج و نظيف وخالي من المواد الغريبة وجذور الأشجار ، تتم أعمال الدمك كما ذكر علي أنه يلزم موافقة الاستشاري علي نوعية مواد الردم قبل التوريد .

وفي حاله الردم بالرمال ، تفرد الرمال علي طبقات بسمك ٣٥ سم ثم يستعمل الهزاز السطحي ليقوم بدمك هذه الطبقة لمده كافيه علي ألا تقل الذبذبات عن ١٥٠٠ ذبذبه / دقيقه . تقاس أعمال الردم هندسيا ، وأي زيادة في الكميات ، لا يحاسب المقاول عليها .

أعمال الدمك :

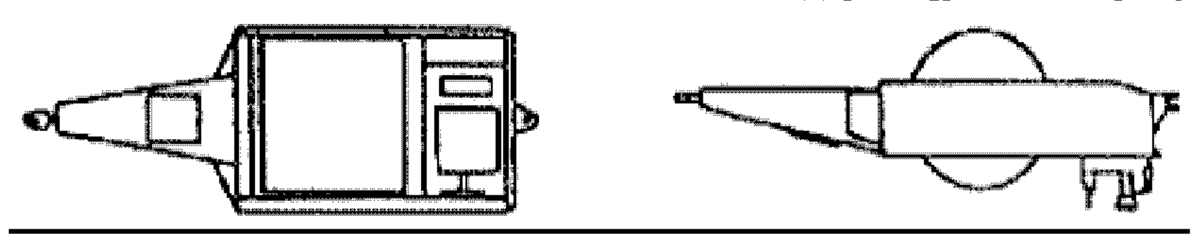
بعد عمليه الردم لأي عملية ، تتم عملية الدمك للحصول علي تربة مدموكه . ولعل أهم المعدات التي تعمل في دمك التربة ما يلي :

أولا : هراسات مجرورة :

يتراوح وزنها من (١ – ٥) طن ، يتم جرها بواسطة جرار . ومن أنواعها :

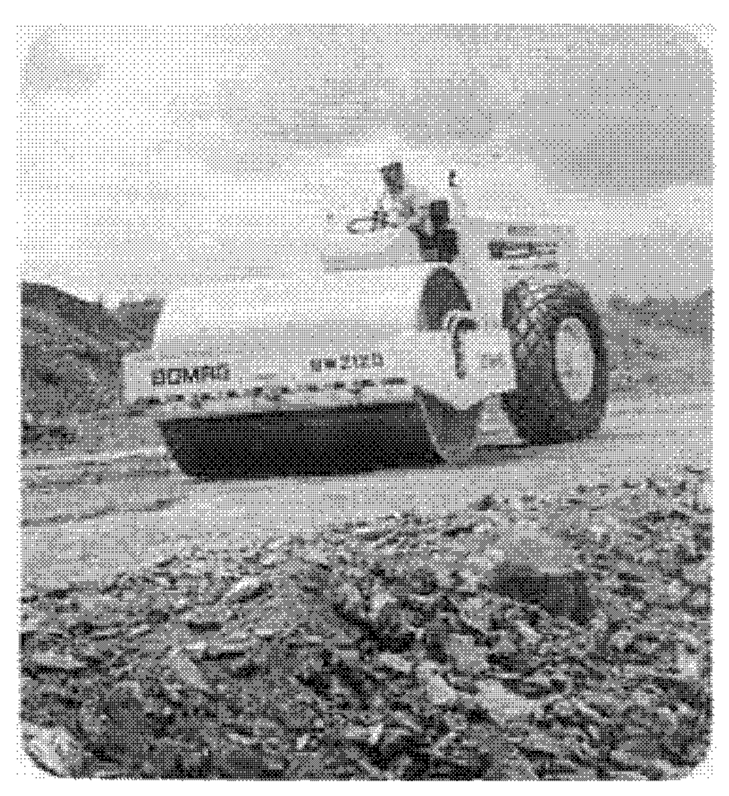
١ – هراسات أسطوانية ملساء: Smooth Wheel Roller

هي عبارة عن أسطوانة حديدية جوفاء يتم جرها بواسطة جرار ، ويمكن زيادة وزنها بملئها بالمياه أو الرمل . وكلما زاد الوزن كلما تحسنت عملية الدمك . يكون الدمك لمشاوير متتالية للحصول علي درجة الدمك المطلوبة . يستخدم في أعمال الطرق أو الجسور . يكون الهراس مجرورا أو بموتور . وهناك نوع آخر مزود بهزاز يزيد من كفاءة هذا النوع – شكل (١) .



شكل (١)

هراس مجرور أملس



٢ – هراسات رجل الغنم : Sheep Foot Rollers

وتستعمل لتثبيت وملء فراغات التربة ، وهي عبارة عن أسطوانة حديدية ، تخرج منها بروزات معدنية تشبه أرجل الغنم للعمل علي تثبيت ودمك التربة – شكل (٢) . تؤدي هذه البروزات إلى دمك جيد للتربة بعد عدة مشاوير متتالية



شكل (٢)

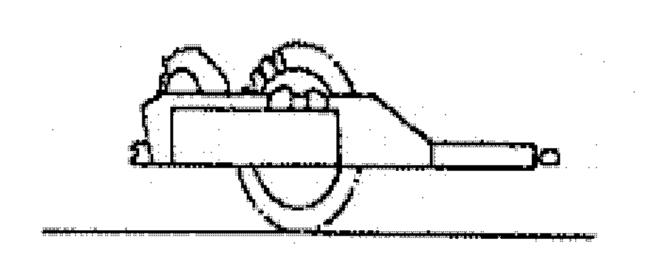
هراس زجل الغنم ذاتي الحركة



شكل (٢)

هراسات أرجل الغنم للأماكن الضيقة

يمكن أن تزود هذه الهراسات بهزاز لرفع كفاءة الدمك وتحسين التربة . قد يكون الهراس مجرورا أو بموتور كما بالشكل (٢) . تستكمل عملية الدمك باستخدام الهراسات الأسطوانية.



شكل (٢)

هراسات رجل الغنم - مجرورة

ثانيا - هراسات ذاتية الحركة :

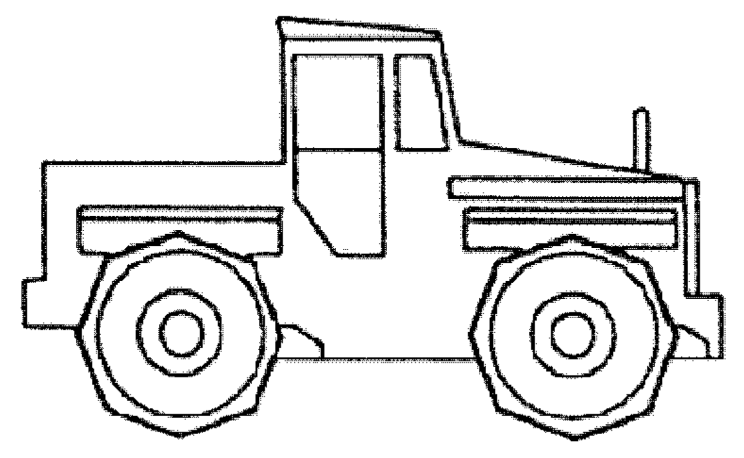
وهي لا تعتمد علي جرارات خارجية وأنما يكون للهراس الموتور وأجهزه نقل الحركة الخاصة به . ومن أنواعها :

١ - الهراس السريع ذاتي الحركة High Speed Compactor :

يتراوح وزنه من ٥ - ١٥ طن . يسير علي أربع عجلات - شكل (٣) . يمكنه العمل في جميع أنواع التربة مثل التربة الطينية أو الرملية أو الصخرية . يستخدم في الأعمال الكبيرة مثل المطارات والسدود الترابية والطرق.

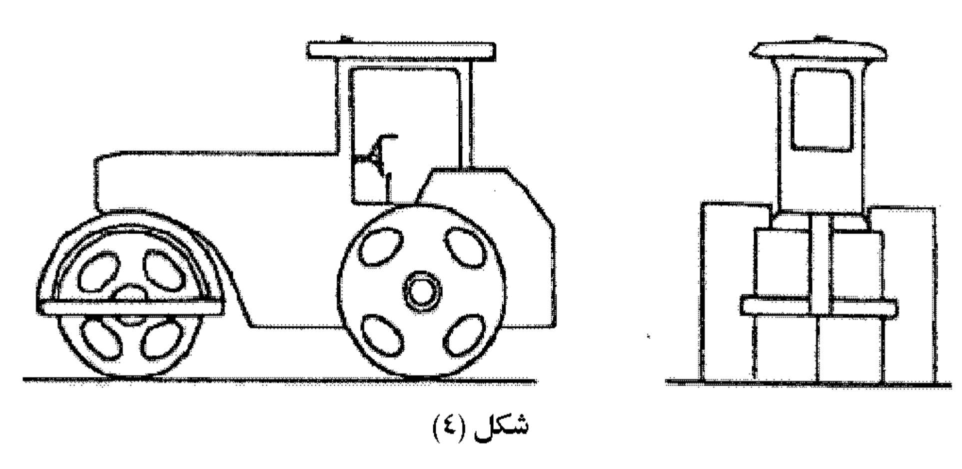
٢ - الهراس ذو الثلاث عجلات : Three Wheel Roller

وهو عبارة عن عجله حديدية عريضة أمامية وعجلتين خلفيتين من الحديد أيضا . يستخدم أساسا لدمك طبقه الأسفلت في أعمال الطرق - شكل (٤) .



شكل (٣)

الهراس السريع ذاتي الحركة

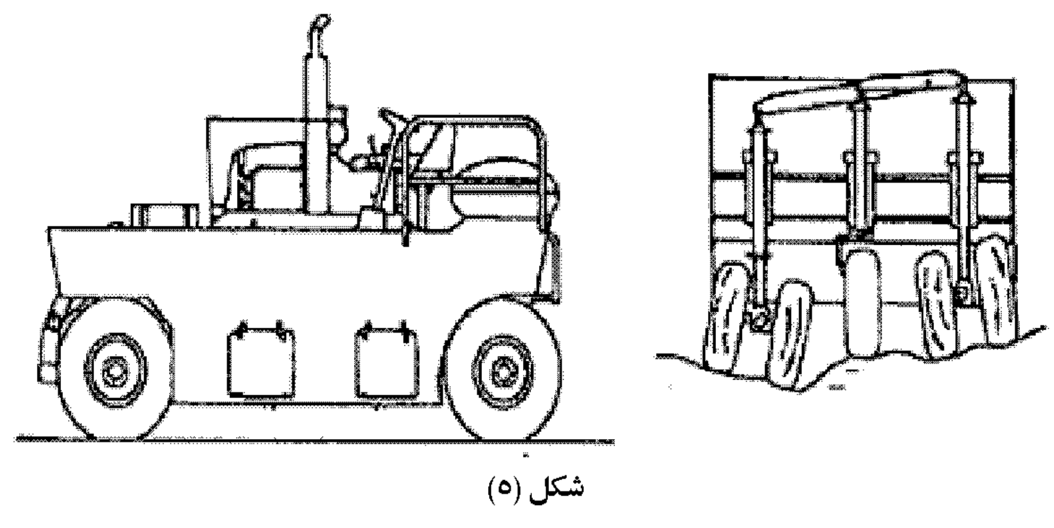


شكل (٤)

الهراس ذو الثلاث عجلات

٣ - الهراس الكاوتش : Rubber Tire Roller

يرتكز هذا الهراس علي صفين من العجلات الكاوتش : ثلاثة من الأمام وأربعة من الخلف أو أربعه من الأمام وخمسه من الخلف . تصل سرعته إلى ٢٠ كم / ساعة - شكل (٥) . يمكن زيادة الوزن بأضافة رمال أو مياه . يستخدم هذا النوع لدمك طبقات الأساس للطرق Subbase ودمك طبقات الردم ذات الطبيعة الطفلية . يمكن لهذا النوع عمل إنتاجيه عالية . تمتاز هذه المعدة بإمكان تغير وزنها أو تغير مساحة التلامس للعجلة بتغيير ضغط الهواء بها أو في عدد العجلات . يلزم عمل ٤- ٨ مشاوير لإتمام الدمك بشكل جيد .

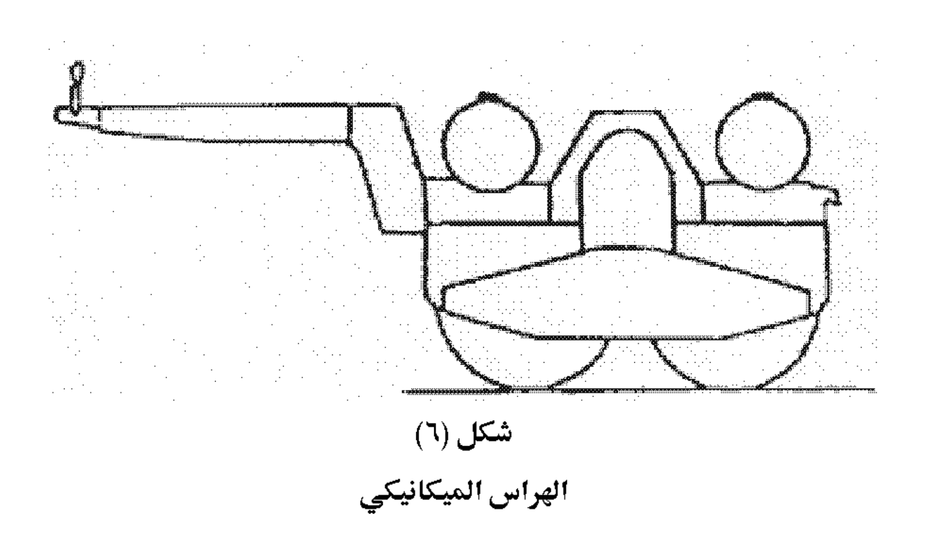


شكل (٥)

الهراس الكاوتش

٤ – الهراس الميكانيكي: Tandem Roller Self-propelled

يعمل هذا الهراس علي أساس توجيهه باليد ، وهو مزود بموتور يحقق له اهتزازات تعمل علي دمك التربة خاصة التربة الطينية – شكل (٦) . يستخدم هذا الهزاز في دمك الأعمال الصغيرة وطبقات الردم التي لا بتعدي سمكها ٢٠ سم ، يتحرك إلى الأمام والخلف ٤– ٦ مشاويرلأتمام الدمك . يتميز هذا الهراس بصغر حجمه ويعمل في الأماكن الضيقة التي لا يستطيع الهراسات الكبيرة العمل بها مثل خطوط المواسير أو الأرصفة أو الشوارع الضيقة .



شكل (٦)

الهراس الميكانيكي

٥ – الدكاك المسطح : Plate Compactor

يزود هذا الدكاك بموتور يصدر عنه اهتزازات تقوم بعمليه الدمك المطلوبة . يتم توجيهه باليد, ويمكنه العمل في الأماكن الضيقة مثل ترانشات المواسير وحول الأساسات – شكل (٧) .

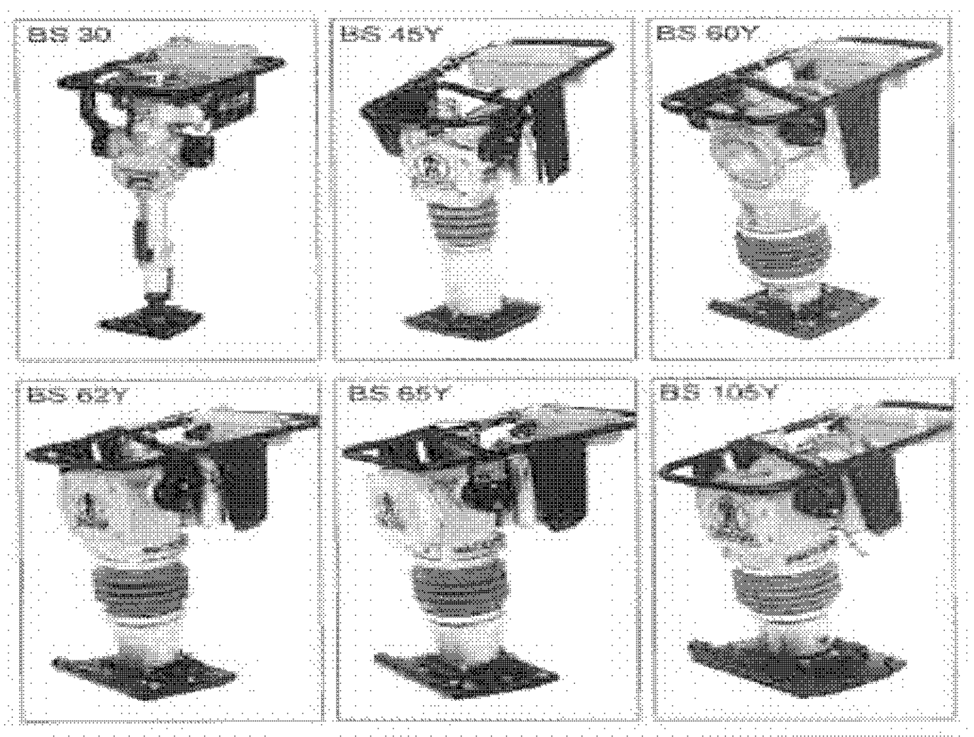


شكل (٧)

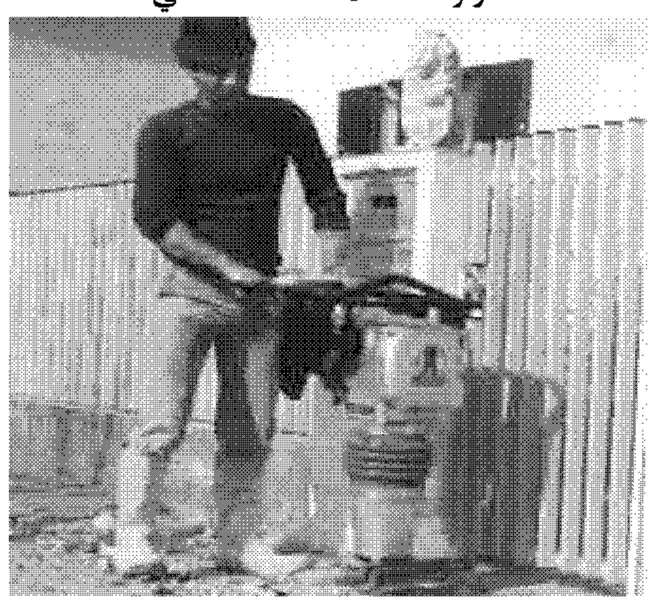
الدكاك المسطح

٦ - الدكاك الصدمي : Impact Plate

يعمل هذا النوع من الدكاكات بموتور ، الذي يعمل علي رفع كتلة جسم الهزاز إلى أعلي ثم تهبط تحت تأثير وزنها لتدمك طبقات التربة – شكل (٨) . يستخدم هذا الدكاك في العمل في الأماكن الضيقة في ترانشات المواسير وحول الأساسات.



طرازات متعددة للدكاك الصدمي



شكل (٨)

الدكاك الصدمي

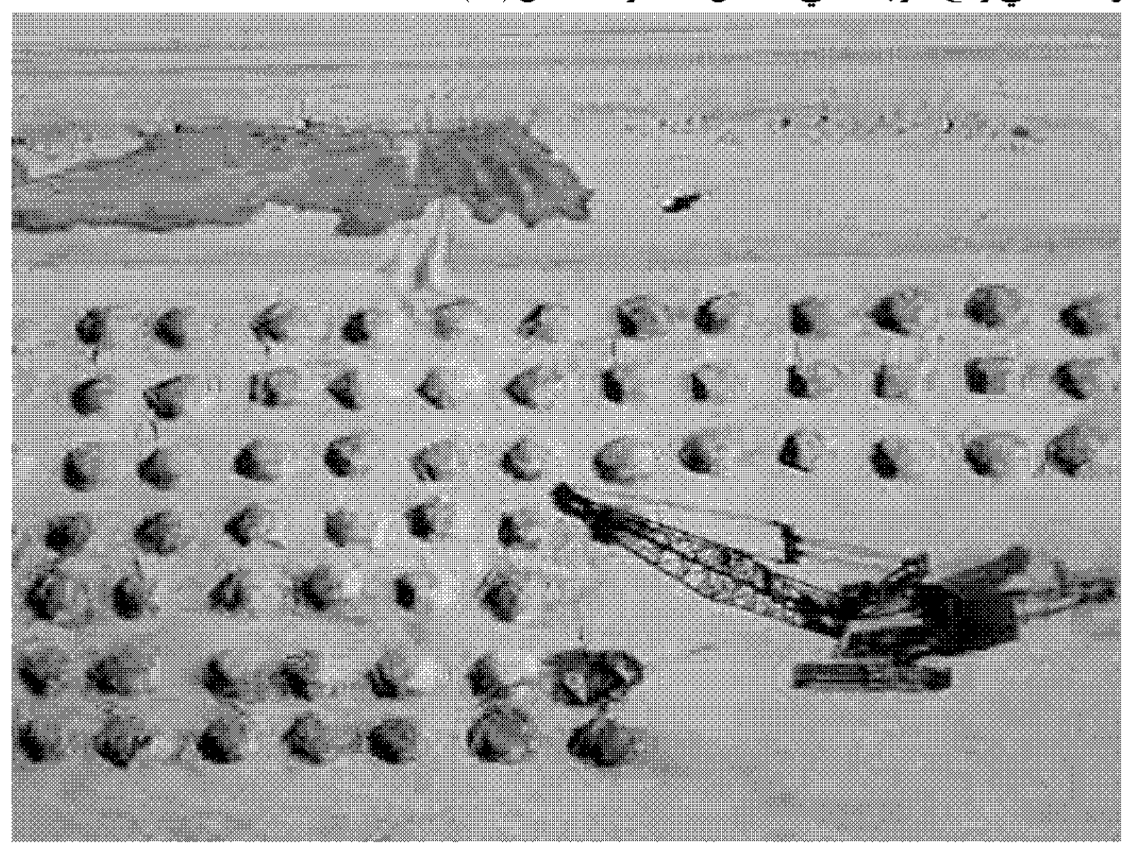
ثالثا : طرق أخري لدمك وتحسين التربة:

١ – المطرقة الساقطة :Freefall Hammer :

تتلخص هذه العملية في إسقاط كتله ثقيلة من الحديد من ارتفاع ما علي الأرض تحت . ترفع هذه الكتلة بواسطة رافع ثم تترك لتسقط علي الأرض تحت تأثير وزنها محدثة الدمك المطلوب . تستعمل في مواقع العمل الواسعة – شكل (٩).

٢ – الدمك الاهتزازي للتربة الرملية المفككة : Vibro Compaction

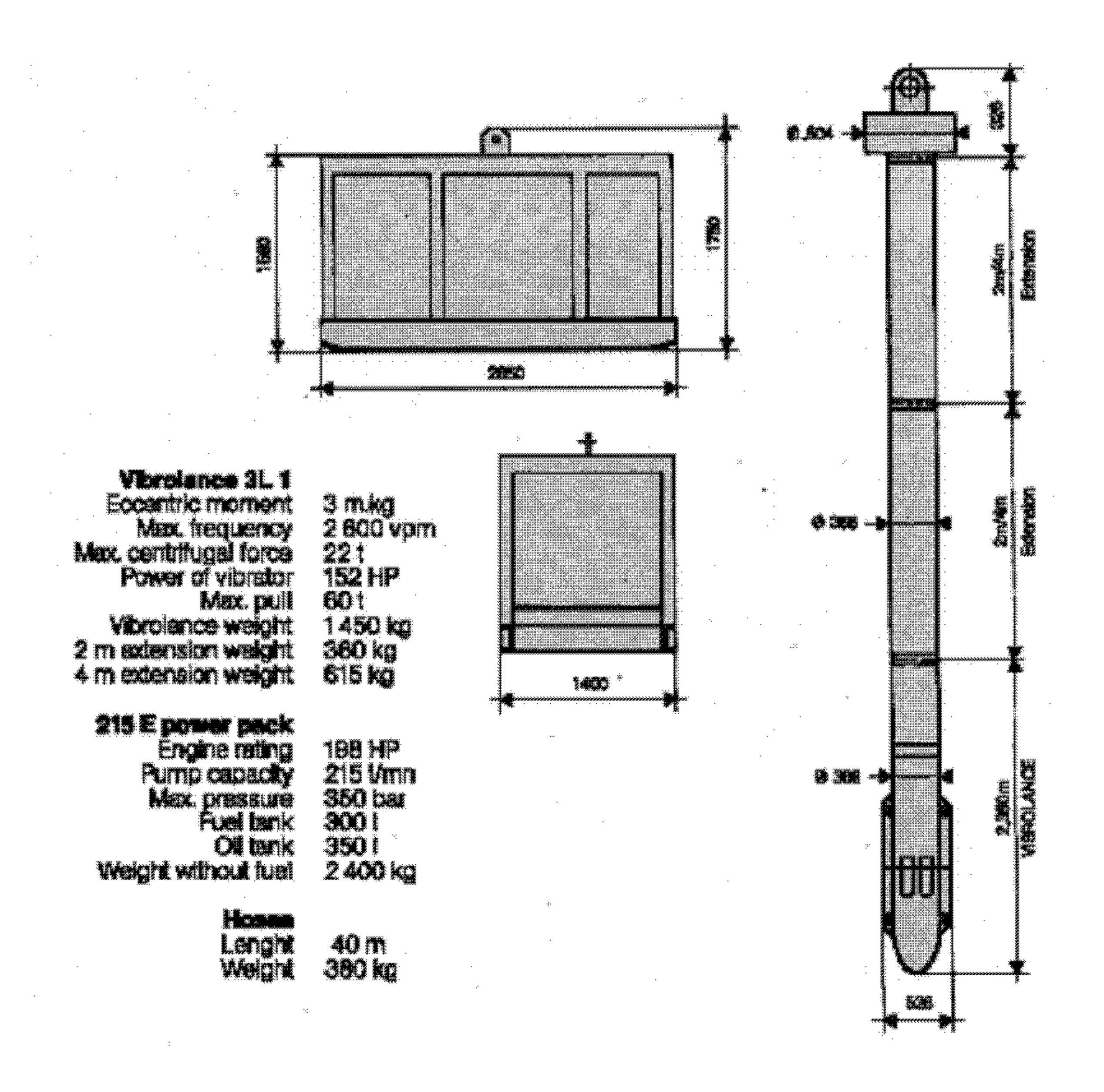
تستخدم هذه الطريقة لتحسين خواص التربة الرملية المفككة والتي لا تصلح للتأسيس السطحي . يتكون الجهاز من أسطوانة حديدية رأسية بقطر ٢٠٠ – ٤٠٠ مم وطول ٤,٥ – ٥ متر ووزن ٢,٧ – ٥,٣ طن . الأسطوانة مزودة من الداخل بمحرك وكتلة لا مركزية لأحداث الاهتزازات المطلوبة . تعلق هذه الأسطوانة – التي تشبه هزاز الخرسانة – في رافع لتوجيهها في الأماكن المطلوبة – شكل (١٠) .



شكل (٩)

مطار دبي

تحسين التربة بالدمك الديناميكي (المطرقة الساقطة)



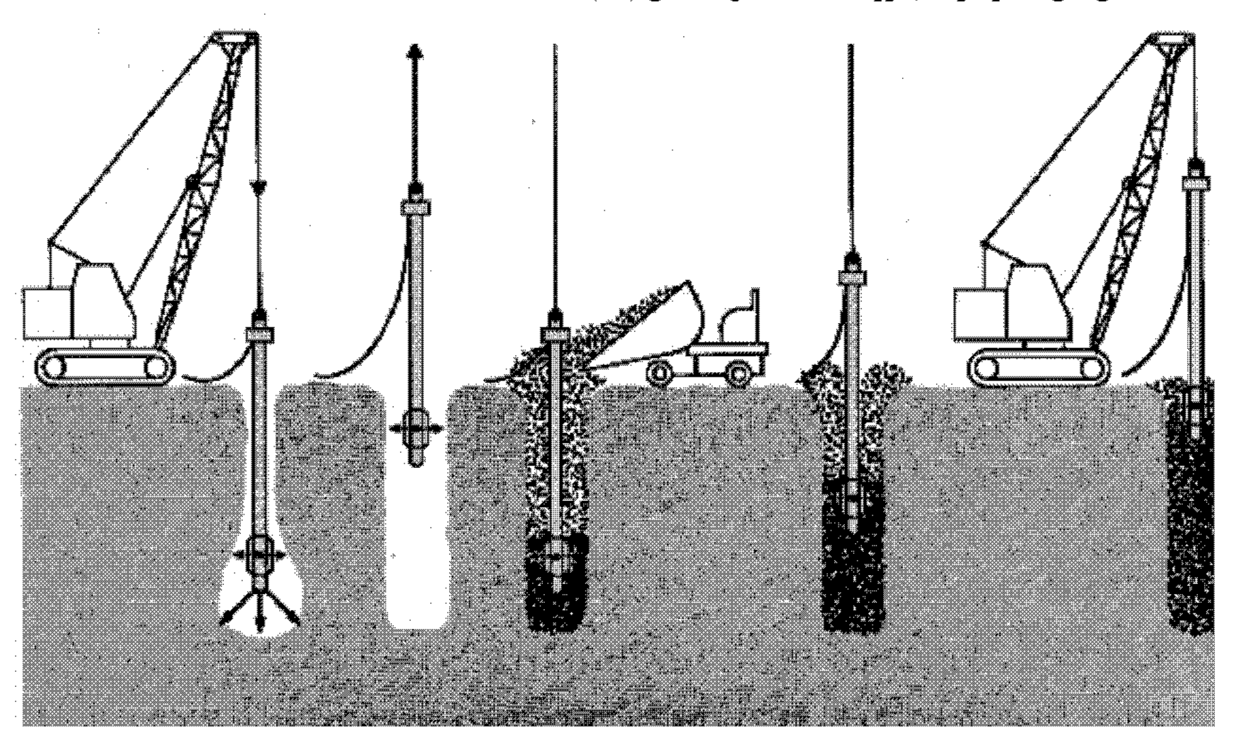
شكل (١٠)

الدمك الأهتزازي للتربة – هزاز التربة

عند بدأ العمل ، توجه الأسطوانة رأسيا في المكان المطلوب مع ضخ تيارا من المياه أو الهواء تحت ضغط عالي فتهبط الكتلة أعماق كبيره تحت سطح الأرض حتى منسوب الطبقة المطلوبة . تصدر اهتزازات بالأسطوانة تعمل علي دمك التربة المحيطة ، ويمكنها من خفض حجم التربة الأصلي الكتلة حوالي ١٠٪ . يلاحظ هبوط سطح الأرض بالموقع نتيجة هذه الطينية . يمكن أضافه تربه رمليه مورده من الخارج حول الأسطوانة أثناء رفعها لملء هذا الفراغ ولخلط التربة الجديدة بالتربة الأصلية . المدة اللازمة للدمك عند كل مستوي تتراوح بين ٢ – ٥ دقائق .

٣ – الاستبدال الاهتزازي للتربة الطبقة : Vibro Replacement

تستعمل نفس المعدة السابقة مع استخدام تيار الماء المضغوط أو الهواء المضغوط أسفل الأسطوانة لتغويصها الكتلة مكان الطبقة المطلوب دمكها . يستخدم ضغط المياه في التربة المشبعة بالمياه بينما يستخدم الهواء المضغوط في التربة المشبعة جزئيا . يضاف كميات من الزلط أو كسر الحجر بمقاس ١٠–٨٠ مم مع تنزيل ورفع الأسطوانة ببطء حتى يختلط الزلط المضاف مع التربة . يكون قطر العامود المتكون ٦٠ – ١٠٠ سم ، وتكون المسافة بين كل عامود والمجاور له ١ – ٣ متر – شكل (١١) .



شكل (١١)

الأستبدال الأهتزازي للتربة

قياس الأعمال :

** تقاس أعمال الردم بالمتر المكعب .

** أعمال التسويات الكتلة ٢٥ سم (أعلي أو أسفل) ، تقاس بالمتر المسطح .

دليل أستخدام معدات الدمك

دليل أستخدام معدات الدمك

نوع المادة	التقسيمات الرئيسية	التقسيمات الفرعية	أنواع معدات الدمك المناسبة	أقل عدد مرات المرور للحصول علي دمك مقبول	أقصي سمك للطبقة المدموكة	ملاحظات
مواد شبيهه بالصخور	صخور طبيعية	جميع أنواع الصخور ما عدا الطباشيرية	* هراس ثقيل هزاز بحيث يعطي ١٨٠ كجم لكل ١٠٠ مم هرس علي الأقل. * راس شبكي بحيث يعطي ١٠٠ كجم لكل ١٠٠ مم هرس. * راس دقاق ذاتي الدفع.	٤ – ١٢	٥٠٠ – ١٥٠٠ حسب معدة الدمك المستخدمة	* إذا كان جيد التدرج أو يسهل كسره ، فأنه يمكن تصنيفه كتربة خشنة من وجهة نظر الدمك . * صي قطر لقطع الصخور يجب ألا يزيد عن سمك الطبقة
مواد صناعية	نفايات	كسر الخرسانة و الطوب وما شابه	*هراس ثقيل هزاز * هراس دقاق ذاتي الدفع * هراس ناعم الإطارات	٤ – ١٢ حسب الوزن	٣٠٠	نفايات تصنيع الطوب الكبريتي الغير معالجة يجب التعامل معها باحتراس

التربة الخشنة	* الزلط والرمل والتربة الزلطية * الرمال والتربة الرملية	* الزلط بين المتدرج وخليط الزلط والرمل مع قليل أو انعدام المواد الناعمة *خلطات الزلط والرمل جيدة التدرج مع وجود مواد طينية ماسكة ممتازة * زلط منتظم التدرج مع قليل من أو انعدام المواد الناعمة زلط رديء التدرج وخلطات الرمل والزلط رديئة التدرج مع قليل من أو انعدام المواد الناعمة. * زلط مع مواد ناعمة زائدة وزلط طمي وزلط طيني وخلطات الزلط والرمل والطين رديئة التدرج. * رمال جيدة التدرج ورمال زلطية مع قليل من أو انعدام المواد الناعمة – رمال جيدة التدرج مع مواد ماسكة طينية ممتازة.	* هراس شبكي يعطي أكثر من ٥٤٠ كجم / ١٠٠ سم هرس * هراس ذو إطارات مطاطية منفوخة بالهواء يعطي أكثر من ٢٠٠٠ كجم لكل إطار. * هراس لوحي هزاز يعطي أكثر من ١١٠٠ كجم / م٢. * هراس ذو عجل ناعم. * هراس دقاق ذاتي الدفع . * دقاق هزاز.	٣ – ١٢ حسب نوع معدة الدمك	٧٥ الكتلة ٢٧٥ حسب نوع معدة الدمك	

	رمـــــال وزلـط منتظمي التدرج	* زلط منتظم التدرج مع قليل من أو انعدام المواد الناعمة. * رمال منتظمة التدرج مع قليل من أو انعدام المواد الناعمة. * رمال رديئة التدرج مع قليل من أو انعدام المواد الناعمة. * رمال مع مواد ناعمة أو لرمال طميية أو رمال طينية أو خلطات من الرمل والطين رديئة التدرج	* هراس ناعم إطارات أقل من ٥٠٠ كجم لكل ١٠٠ مم هرس. * هراس شبكي أقل من ٥٤٠ كجم لكل ١٠٠ مم هرس * هراس ذو إطارات هوائية أقل من ١٥٠٠ كجم لكل إطار. * هراس هزاز. * لوح دمك هزاز * دقاق هزاز. * هراس ذو حافر خروف. * هراس ذو إطارات ناعمة. * هراس ذو إطارات هوائية. * هراس هزاز أكثر من ٧٠ كجم لكل ١٠٠ مم هرس.	٣ الكتلة ١٦ حسب نوع المعدة	١٧٥ الكتلة ٣٠٠ حسب نوع المعدة	
تربة ناعمة	تربة ذات لدونة منخفضة	* طمي غير عضوي ورمال ناعمة جدا. * رمال ناعمة أو طين به قليل من اللدونة. * طمي طيني غير عضوي. * طمي عضوي منخفض اللدونة.	* لوح دمك هزاز أكثر من ١٤٠٠ كجم / م٢. * دقاق هزاز	٤ الكتلة ٨ حسب نوع المعدة.	١٠٠ – ٤٥٠ حسب نوع المعدة	* إذا كان محتوي الرطوبة منخفض فقد يكون من الأفضل استعمال هراس هزاز. * الهراسات ذات حافر الخروف أكثر ملائمة للتربة التي يكون محتوي الرطوبة بها أقل من اللدونة . بصفة عامة غير صالحة

	تربة ذات لدونة متوسطة	* طين طمي ورملي غير عضوي متوسط اللدونة				للأعمال الترابية يجب استعمال فقط عندما تكون الظروف مواتية يجب عدم استعمالها في الأعمال الترابية.
		* طين عضوي متوسط اللدونة				
	تربة ذات لدونة عالية	* تربة رملية أو طينية ذات أصل من الميكا أو تربة طميية لدنة. * طين غير عضوي ذو لدونة عالية				
		طين عضوي عالي اللدونة				



تكسير الصخــور

ROCK DEMOLISHING

تكسير وإزالة الصخور

وسائل تكسير الصخور :

١ – التكسير اليدوي .

٢ – التكسير بواسطة الشواكيش الهوائية أو الكهربائية أو البترول.

٣ – التكسير بواسطة المعدات : حفارات – بلدوزرات – محراث البلدوزر .

٤ – التكسير بالآلات الهيدروليكية.

٥ – النسف والتفجير .

أولا : التكسير اليدوي :

بصلح التكسير اليدوي في الأماكن الضيقة التي لا تسطيع معدات تكسير الصخور دخولها ، كما تصلح للكميات البسيطة من الصخور . تستعمل المطارق والأسافين والمسامير الصلب القوية ويفضل أستخدام المسامير الصلب قطر ٥ سم في تكسير الصخور .

ثانيا : التكسير بواسطة الشواكيش الهوائية :

أنواع شواكيش التكسير :

١ – شواكيش تعمل بالهواء :

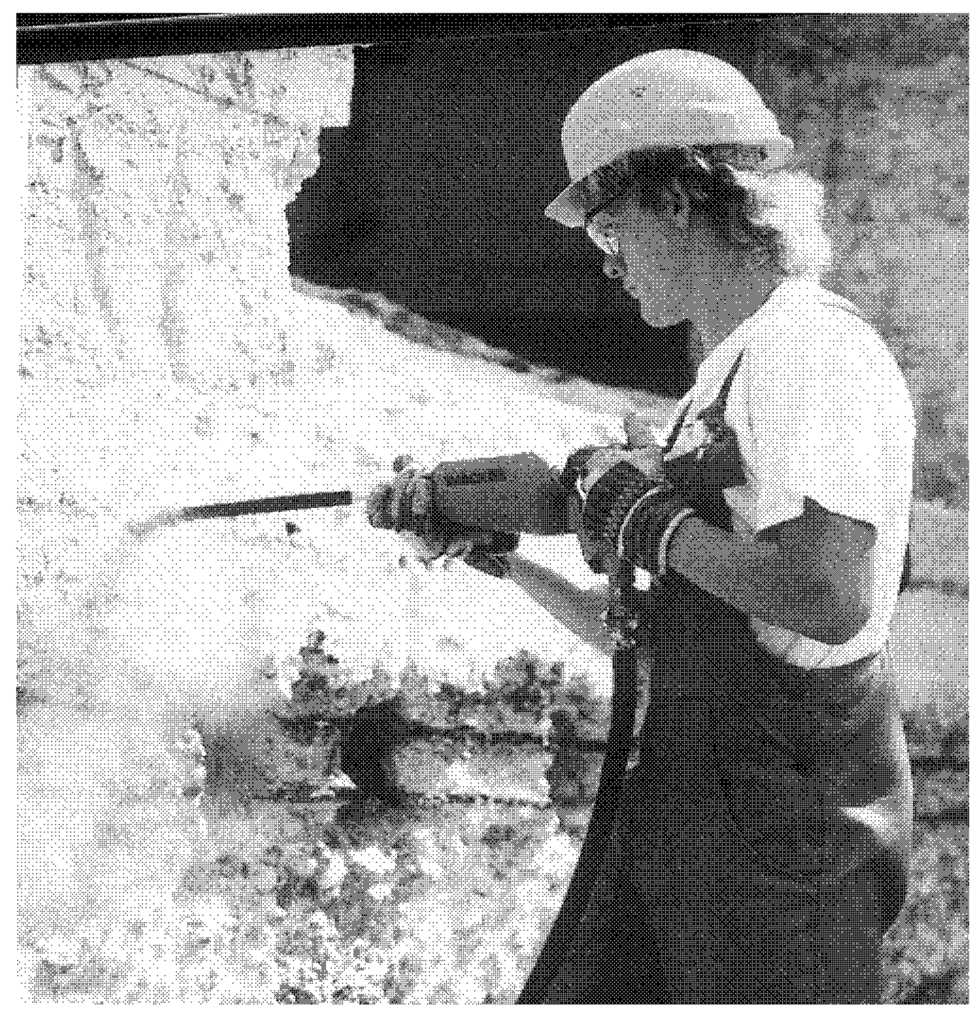
يكون ضاغط الهواء (الكمبرسور) هو مصدر الهواء ويكون ذو عدة مخارج لتشغيل أكثر من شاكوش .
وتعمل في أعمال التكسير المتوسطة الحجم . كما تصلح شواكيش الهواء بعمل ثقوب بالصخورفي الجبال تمهيدا لنسفها – شكل (١) .

٢ – شواكيش تعمل الكهرباء :

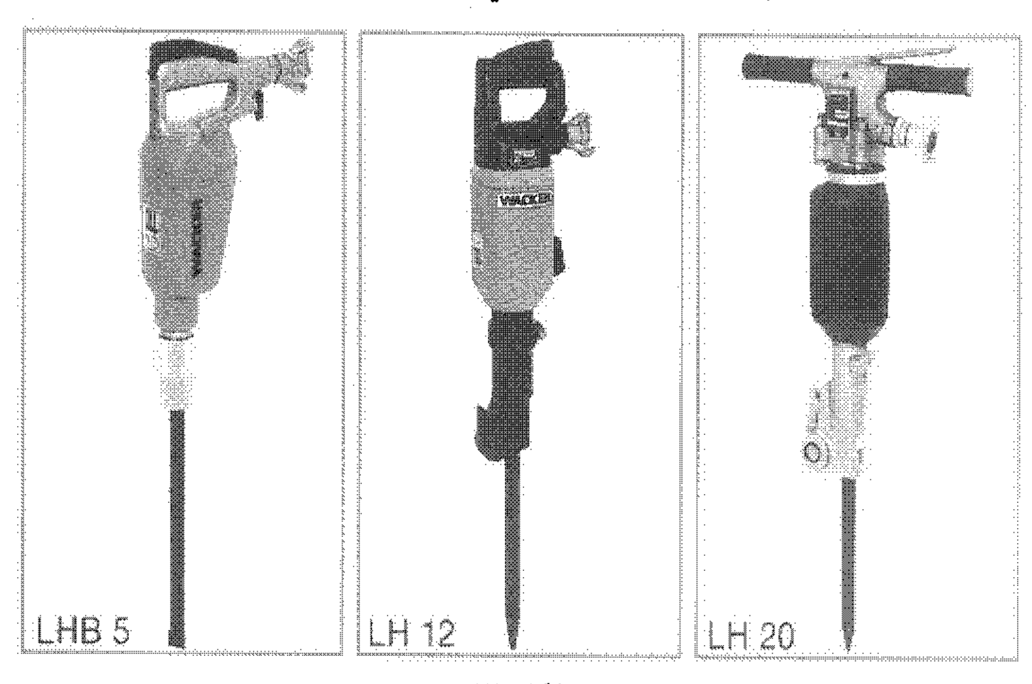
وهي أما أنها تعمل بنظام وجهين (Phase ٢) أو ثلاثة أوجه (Phase ٣) . والشواكيش بنظام الوجهين تصلح للأعمال البسيطة ولا تحتاج الي قوي كهربائية وأنما علي كهرباء المنازل . أما الشواكيش بنظام الثلاثة أوجه فهي تصلح للأعمال المتوسطة و تحتاج الي قوي كهربائية خاصة (Phase ٣) – شكل (٢).

٣ – شواكيش تعمل بالبنزين :

وهي شواكيش متوسطة الحجم تعمل بالبنزين و لا تحتاج لأي معدة أخري لتشغيله . يكون موتور التشغيل في الشاكوش نفسه وتعمل في أعمال التكسير المتوسطة الحجم – شكل (٣) .

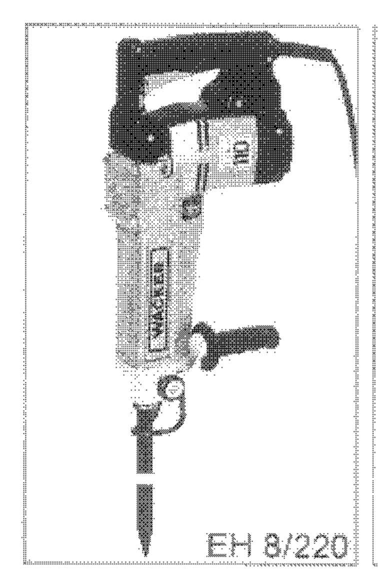


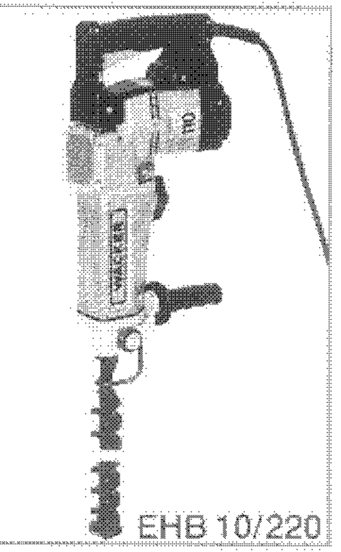
أستخدام شواكيش ضغط الهواء في تكسير الصخور أو الخرسانات

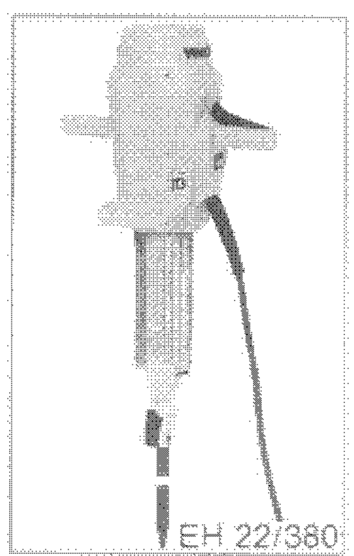


شكل (١)

شواكيش تعمل بضغط الهواء

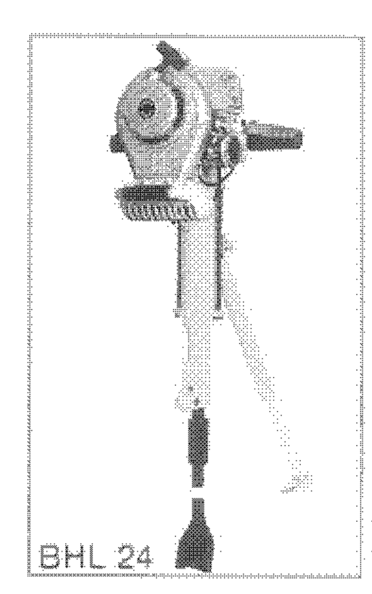


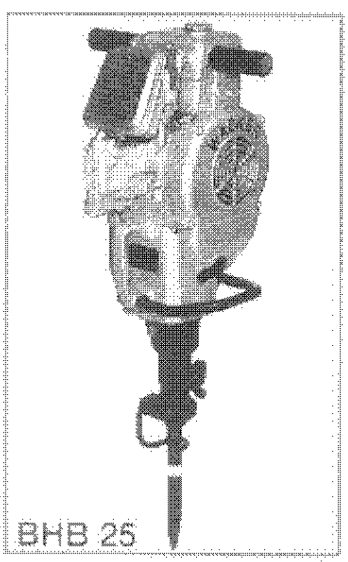


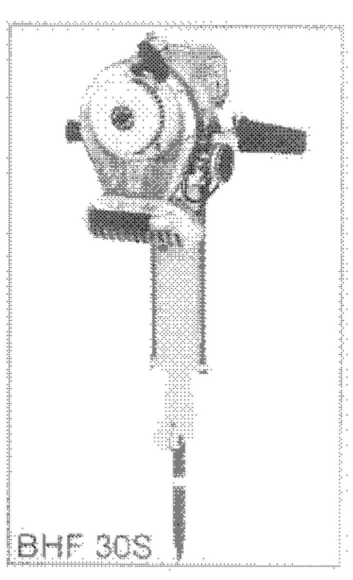


شكل (٢)

شواكيش التكسير - تعمل بالكهرباء





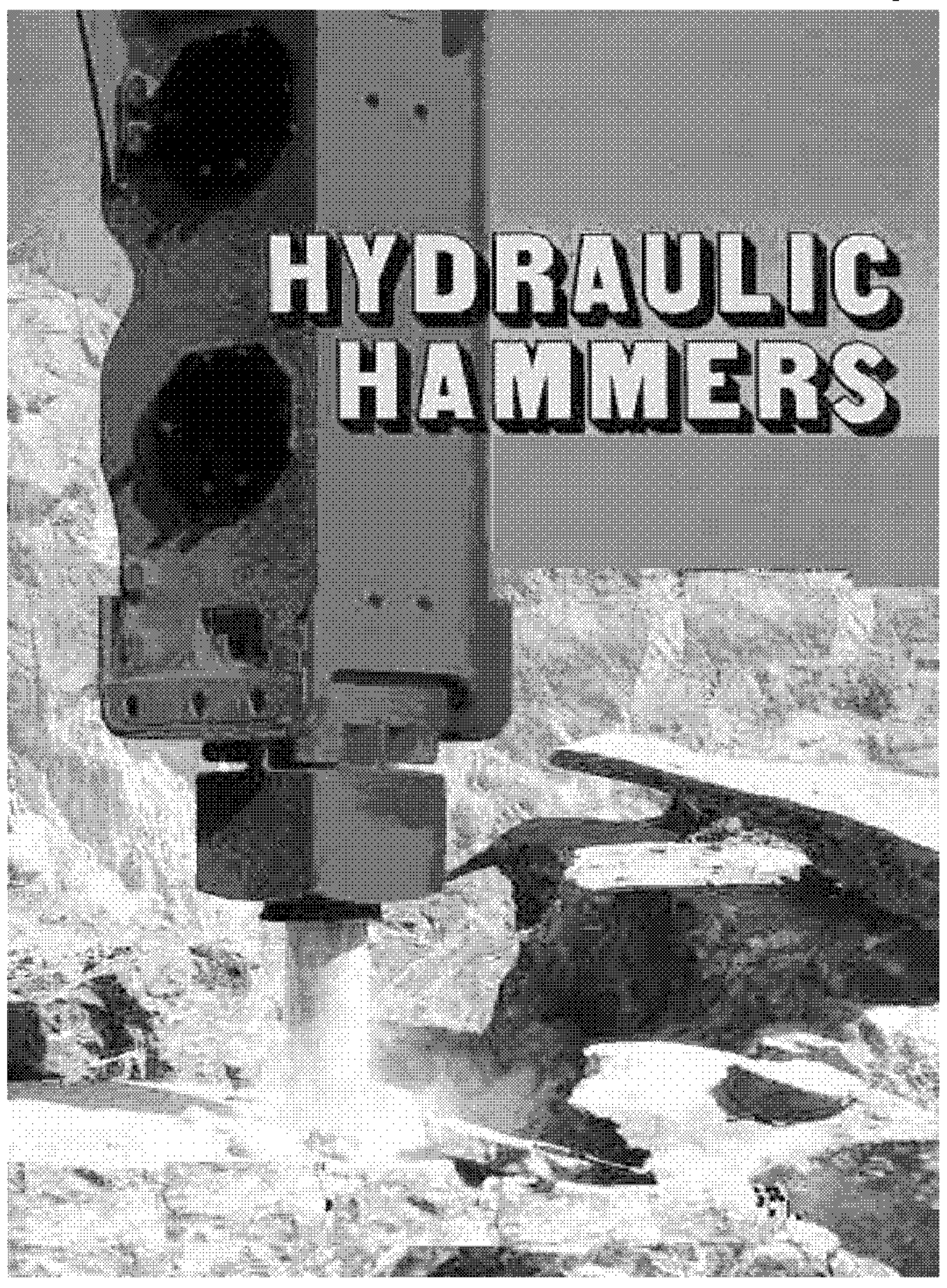


شكل (٣)

شواكيش التكسير - تعمل بالبنزين

ثالثا : التكسير بواسطة المعدات :

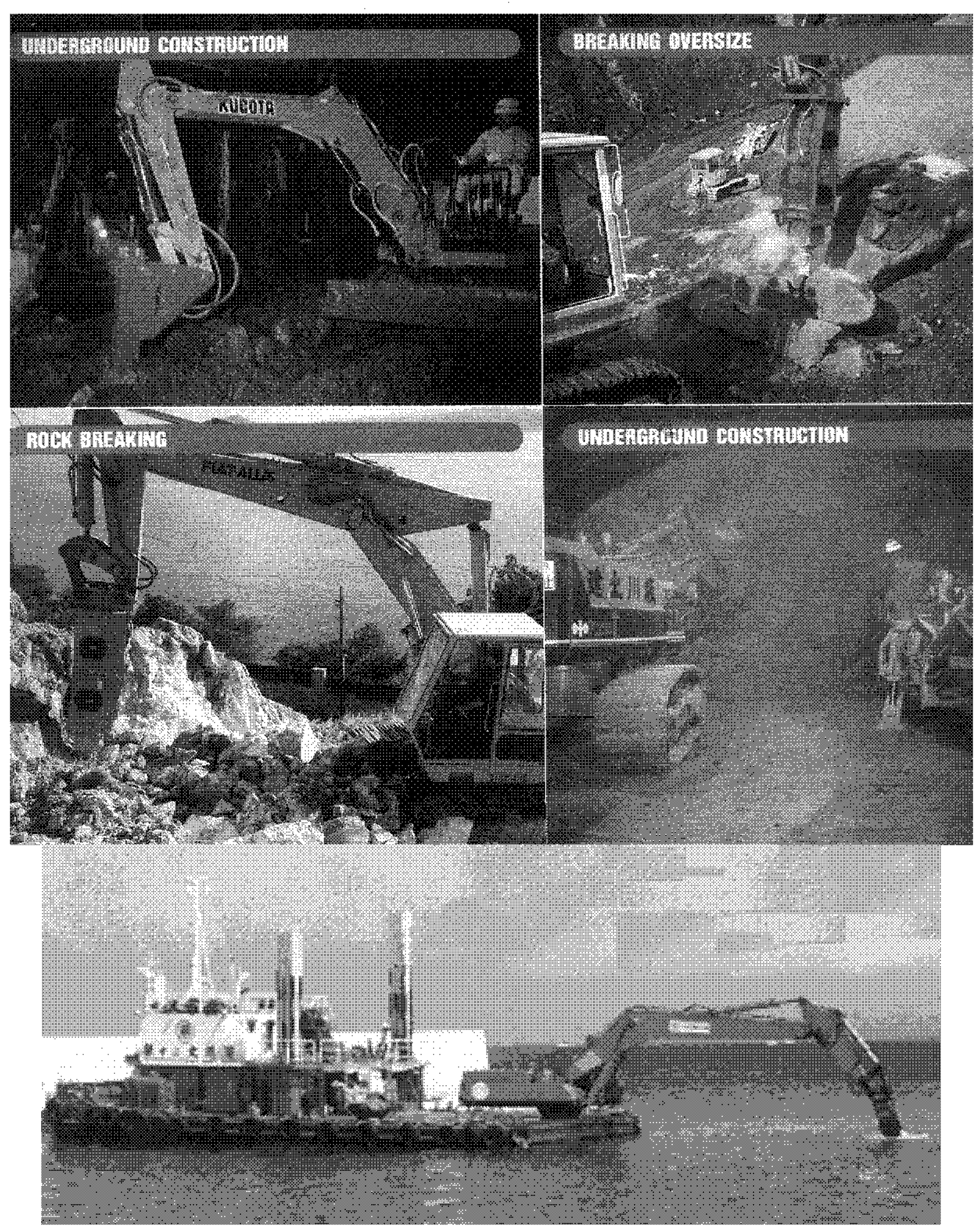
** الحفارات :



شكل (١)

شاكوش تكسير هيدروليكي – مركب علي حفار – لتكسير الصخور

TYPICAL APPLICATIONS



شكل (١)

أستخدامات شواكيش التكسير المركبة علي الحفارات

أنتاجية الشاكوش الهيدروليكي المركب علي حفار

الطول الكلى شاملاً الزومبة (مم)	وزن الشاكوش + الزومبة (كجم)	نوع التكسير (م٣)			طراز الشاكوش
		حجر رملي صلد	خرسانة مسلحة	خرسانة عادية بسمك ٣٠ سم	
٩٨١	٨٤	--	--	٦–٤	H–٠٦X
٩٨٤	١٠٠	--	--	٨ –٥	H–٠٨X
١١٥٠	١٥٠	--	--	٢٠–١٠	H–١XA
١٢٦١	٢٠٠	--	--	٣٨–١٥	H–٢XA
١٣٦٤	٣٢٠	٢٠–١٠	٢٥–١٠	٦٠–٢٥	H–٣XA
١٦٤٤	٥١٠	٣٠–٢٠	٤٠–٢٠	٩٠–٤٠	H–٤X
١٧٥٠	١٠٠٠	١٤٠–٨٠	٨٠–٤٠	١٢٠–٦٠	H–٥X
١٧٥٠	١٠٠٠	١٤٠–٨٠	٨٠–٤٠	١٢٠–٦٠	H–٦XA
١٧٨١	٩٥٠	٢٣٠–١٠٠	١٠٠–٥٠	١٦٠–٨٠	H–٧X&H٧XH
١٩٨٦	٨٥	٢٨٠–١٢٠	١٢٠–٦٠	١٩٠–١٠٠	H–٨XA
٢١٥٦	١٥٠٠	٣٨٠–٢٥٠	١٦٠–٨٠	٢٤٠–١٤٠	H–١٠XB & H–١٠XE
٢٢٧٥	٢٠٠٠	٥٠٠ –٣٥٠	٢٥٠–١٣٠	٣٤٠–٢٣٠	H–١٢X & H–١٢XE
٢٥٣٥	٢٥٦٠	٦١٠ –٤٥٠	٣٣٠–٢٠٠	٤٥٠–٣١٠	H–١٦X & H–١٦XE
٢٦٦٣	٣٠٠٠	٧٢٠ – ٥٥٠	٣٧٠–٢٢٠	٥٢٠–٣٦٠	H–٢٠X & H–٢٠XE
٣٠٦٢	٥١٠٠	١١٠٠ – ٨٨٠	٥٨٠–٣٥٠	٨١٠–٥٨٠	H–٣٠X
٤٥٤٣	١٦٠٠	٢٦٠٠ – ٢٠٠٠	١٤٠٠–٨٥٠	٢٠٠٠ –١٤٠٠	H–٧٠X

أنتاجية الحفارات في تحميل ورفع نواتج التفجير :

معاملات التصحيح :

أولا : سائق المعدة : ممتاز متوسط رديء
١ ٠,٧٥ ٠,٦٠

ثانيا : كفاءة المعدة : ١ ٠,٧٥ ٠,٦٠

ثالثا : مدي الرؤية (ضباب – غبار – ليل – شبورة) : ٨٠ ٪

رابعا : كفاءة وظروف العمل : عمل ٥٠ دقيقة / ساعة ٨٣٪
عمل ٤٠ دقيقة / ساعة ٦٧٪

أنتاجية الحفار في رفع وتحميل نواتج التفجير

سعة القادوس (نواتج تفجير)	عمق الحفر (متر) الدوران ٩٠ درجة			ملاحظات
	١,٢ – ١,٨	٢,٧ – ٣,٦	٤ – ٥,٤	
٤,٢	١٨٢٠	٢١٤٠	١٨٨٥	العمل وردية واحدة – ٨ ساعات .
١,٩١	١٠٠٠	١١٧٥	١٠٣٥	
١,٥٣	٨٣٥	٩٨٥	٨٦٥	
١,١٥	٦٥٥	٧٧٠	٦٨٠	
٠,٧٦	٤٥٥	٥٣٥	٤٧٠	
٠,٥٧	٣٤٥	٤٠٥	٣٥٥	
	في حالة دوران الحفار ١٨٠ درجة ، يكون المعدل ٧٧٪	في حالة دوران الحفار ١٨٠ درجة ، يكون المعدل ٧٠٪	في حالة دوران الحفار ١٨٠ درجة ، يكون المعدل ٧٥٪	

** **البلدوزرات :**

وظائف البلدوزر – شكل (٢) :

١ – أزالة طبقات الصخور السطحية بالسكينة الأمامية .

٢ – التمهيد الأرض قبل عملية النسف .

٣ – تجميع نواتج التفجير وتشوينها تمهيدا لتحميلها ونقلها .



شكل (٢)

البلدوزر علي كاتينة **Crawler Bulldozer**

أنتاجية البلدوزر:

معاملات التصحيح :

	ممتاز	متوسط	ردي‌ء
أولا : سائق المعدة :	١	٠,٧٥	٠,٦٠
ثانيا : كفاءة المعدة :	١	٠,٧٥	٠,٦٠

ثالثا : مدي الرؤية (ضباب – غبار – ليل – شبورة) : ٨٠٪

رابعا : كفاءة وظروف العمل : عمل ٥٠ دقيقة / ساعة ٨٣٪

عمل ٤٠ دقيقة / ساعة ٦٧٪

أنتاجية البلدوزر :

بلدوزر علي كاتينة – صخور ضعيفة أو نواتج التفجير – أرض مستوية

قدرة البلدوزر (حصان)	مسافة الترحيل (متر)				ملاحظات
	١٢٠ متر	٩٠ متر	٦٠ متر	٣٠ متر	
٧٥ (D٤)	٤٥	٧٥	١٤٥	٣٣٠	العمل لمدة ٨ ساعات
١٠٥(D٥)	١٠٠	١٣٠	٢٣٠	٤٩٥	
١٤٠(D٦)	١٣٥	٢٠٠	٣٣٠	٦١٠	
١٨٠(D٧)	٢٣٠	٣٣٠	٤٩٥	٩٢٥	
٢٧٠(D٨)	٣٨٠	٤٩٥	٧٢٥	١٣٢٠	
٣٨٥ (D٩)	٥٨٠	٧٤٠	١٠٥٥	١٨٢٠	

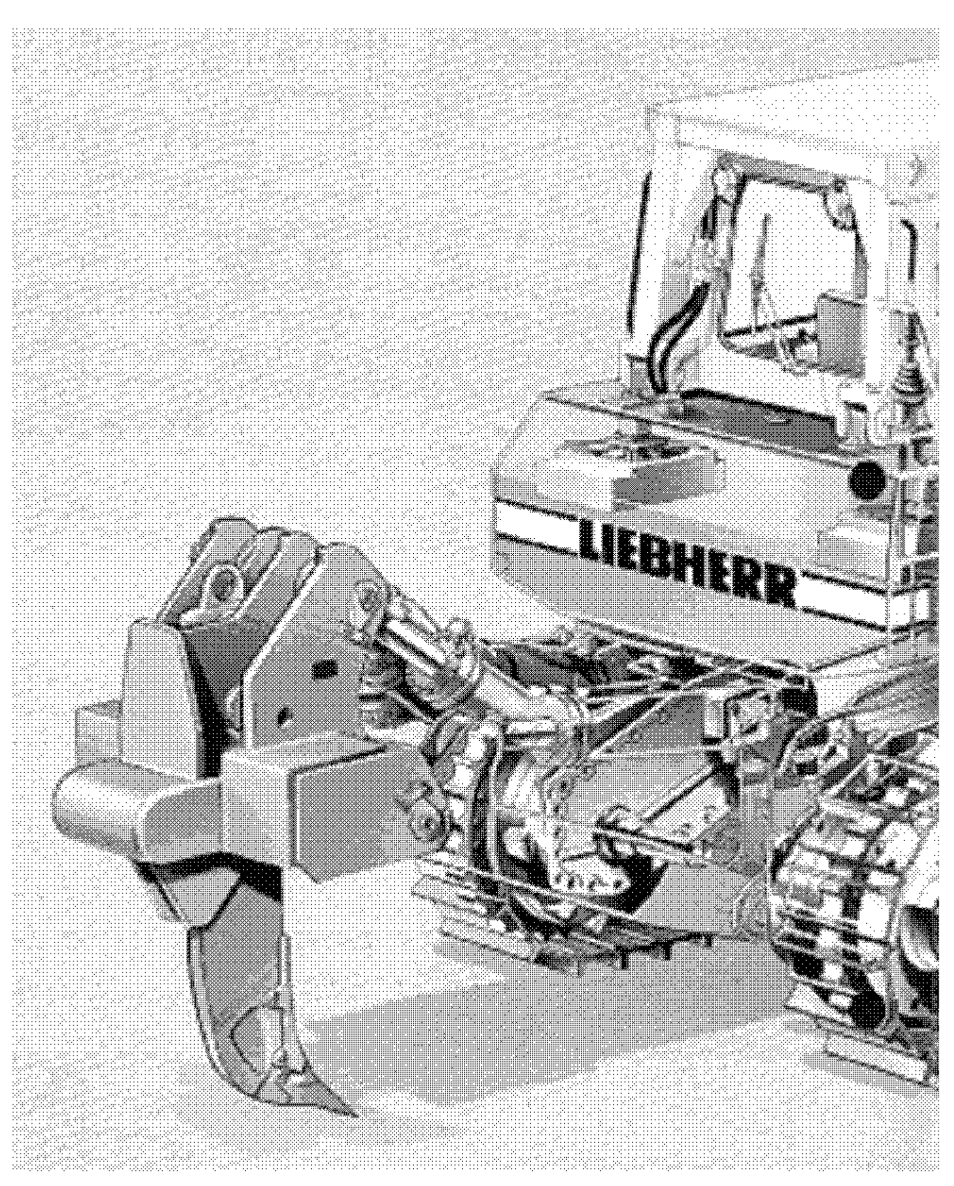
ملاحظات :

١ – يتم ضرب معاملات التصحيح السابق ذكرها وكذلك المعاملات التالية × إنتاجية المعدة المذكورة للحصول علي الأنتاجية الفعلية .

٢ – في حالة العمل في الأرض المنحدرة إلي أسفل ، يكون المعدل ١١٥٪ .

٣ – في حالة العمل في أرض منحدرة إلي أعلي ، يكون المعدل ٨٣٪ .

<u> محراث البلدوزر Ribber :</u>**



شكل ()

محراث البلدوزر

<u>ملاحظات :</u>

١ – يتم ضرب المعدلات المذكورة بالجدول × معاملات التصحيح السابق ذكرها للحصول علي الأنتاجية الفعلية للمعدة .

٢ – أقل قدرة للبلدوزر المستخدم هي ١٥٠ حصان ، وكلما زادت قوه الصخر ، زادت قدرة البلدوزر

٣ – السرعة المناسبة للبلدوزر من ١ – ٢ متر لتحقيق أعلي إنتاجية .

٤ – ينصح بتركيب ٣ محراث للبلدوزر (في حالة سماح الظروف) ، وهذا لصالح المعدة والمحاريث .

٥ – يمكن الحفر لعمق ١ متر في طبقات الصخر الضعيف .

٦ – المسافة بين مشوار المحراث والتالي له = ١ – ١,٥ متر في طبقات الصخر القوية ، بينما تكون ٢ – ٢,٥ متر في طبقات الصخر المفتتة .

٧ – يوفر التكسير بهذه الطريق حوالي ٨٠٪ عن طريقة النسف .

٨ – يمكن تزويد الجريدر واللودر علي كاتينة بهذه الأظافر للعمل في تكسير الصخور.

معدلات أنتاج المحراث

قدرة المعدة (حصان)	معـــدلات الأنتـــاج (متر مكعب / ساعة)				
	صخور ضعيفة	صخور متوسطة	صخور متوسطة الي صلبة	صخور صلبة	صخور شديدة الصلابة
١٠٠	٤٠٠	٢٠٠	–	–	–
٢٠٠	٦٠٠	٢٢٠	٢٠	–	–
٣٠٠	٨٠٠	٤٠٠	٢٠٠	–	–
٤٠٠	١٢٠٠	٦٠٠	٣٥٠	١٥٠	–
٥٠٠	–	٨٠٠	٥٠٠	٣٥٠	٢٠٠
٦٠٠	–	١١٠	٧٠٠	٥٥٠	٣٥٠
٧٠٠	–	–	١٠٠٠	٧٠٠	٤٥٠

رابعا : التكسير بالآلات الهيدروليكية :

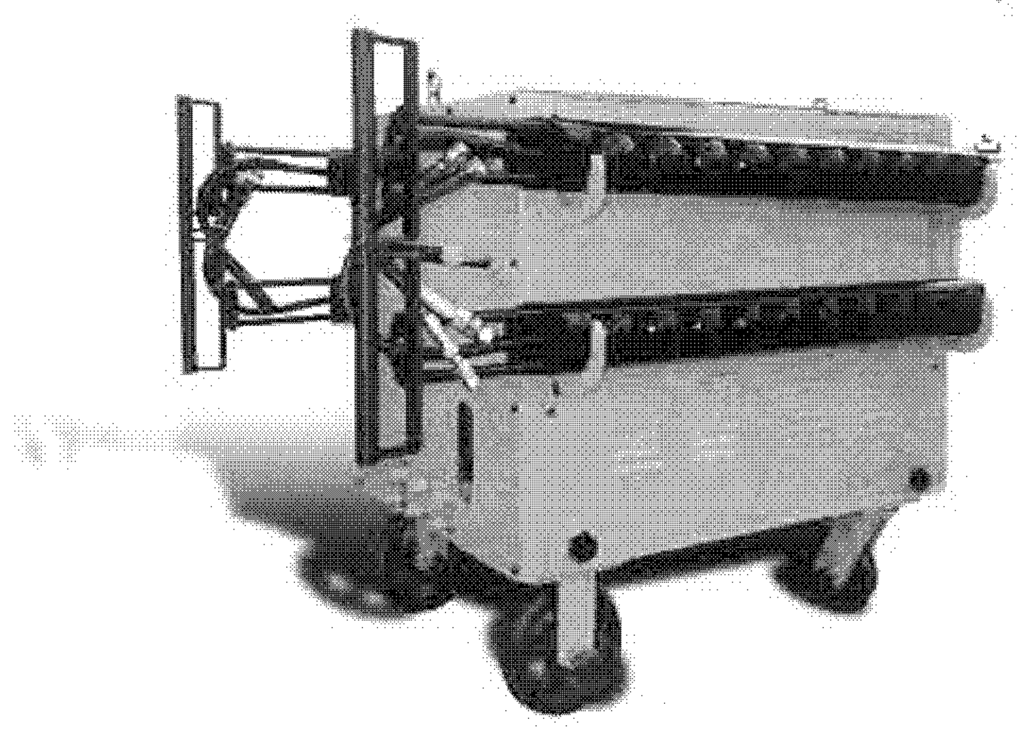
شكل (٣) :

المميزات :

لا تحدث أي ضوضاء أو تطاير أتربة من حولها .

٢ – سهلة النقل والمناورة .

٣ – أنتاجية عالية .



شكل (٣)

آلة تفتيت الصخور الهيدروليكية

قطر الثقب ١٠٥ مم

وزن المعدة ٣٢٠ كجم

قوة السحق = ١٣٠٠ طن



شكل (٣)

شكل الصخور بعد تشرخها

خامسا : أزالة الصخور بالمواد الكيماوية :

أستخدام مادة كيميكا فراكت :

هي مسحوق أسمنتي قوي الفاعلية يستخدم لتفتيت الصخور والخرسانات .

١ – أختيار النوع المناسب لدرجات الحرارة من المادة المذكورة .

النوع المناسب لدرجة الحرارة – جدول (١) :

جدول (١)

لون الكرتون	أزرق	ذهبي	أصفر	أخضر	أحمر
درجة الحرارة	٥٠ °–٦٥ °م	٣٥ ° – ٥٠ °م	٢٠ ° – ٣٥ °م	٥ ° – ٢٠ °م	أقل من ٥ °م

٢ – تجهيز الثقوب حسب الأقطار والأبعاد – جدول (٢) .

جدول (٢)

الأقطار (مم)	٣٠	٣٢	٣٤	٣٨	٤٠	٤٥	٥٠
الأبعاد (سم)	٢٨	٣٠	٣٢	٣٨	٤٢	٤٥	٦٠

٣ – تحضير المادة :

**** وعاء للخلط .**

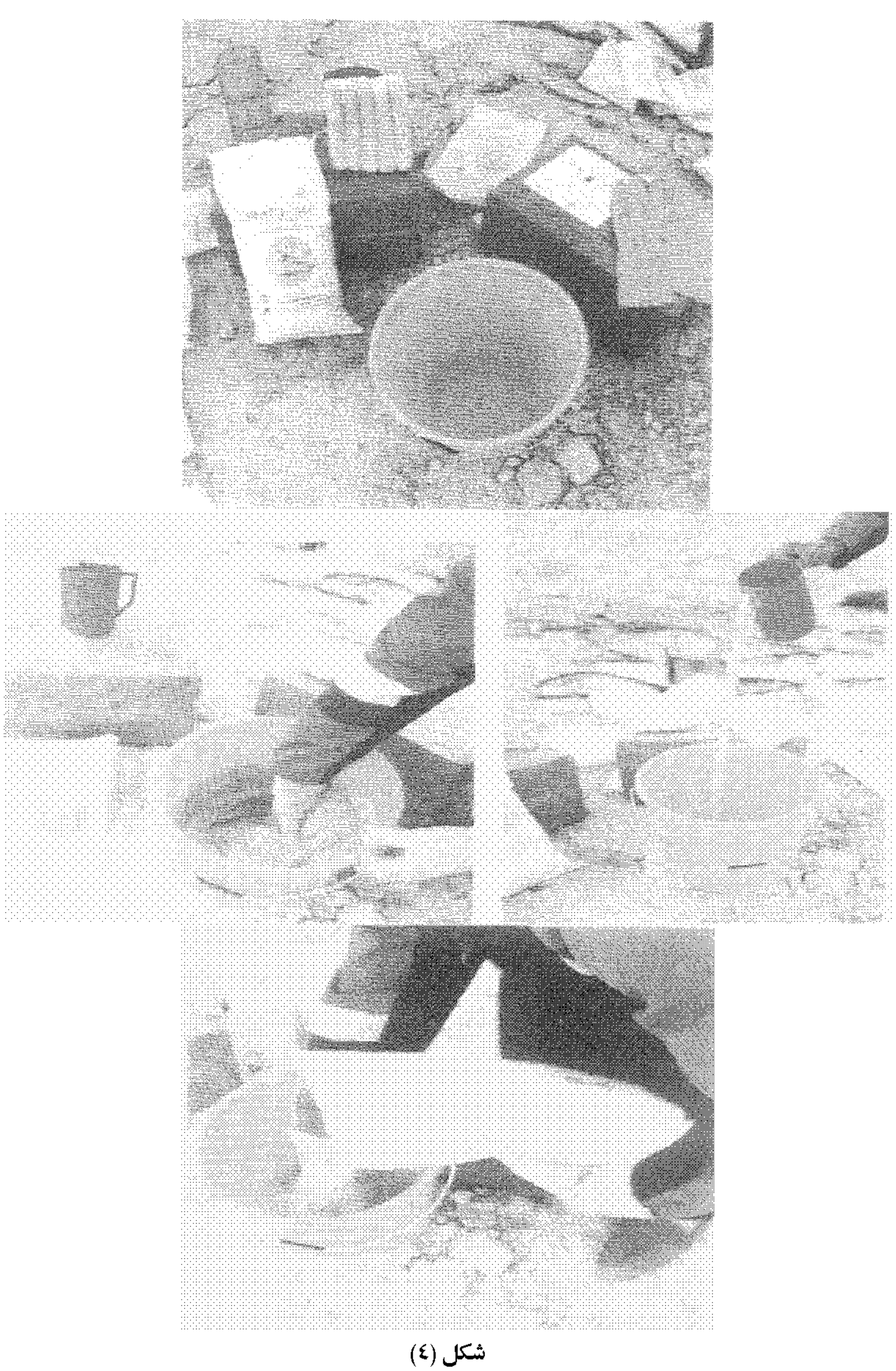
**** مقلب ميكانيكي .**

**** مكيال للماء .**

**** أدوات السلامة والأمن الصناعي : قفازات جلدية – نظارات ...**

الخلط :

يخلط ٣٠ ٪ من وزن المادة أي ١,٥ لتر من الماء النقي في أثناء الخلط + كيس واحد (٥ كجم) من كيميكا فراكت . وبصفة عامة يكون المسافة بين الأخرام = ١٠ أضعاف قطر الثقب – شكل (٤) .



شكل (٤)

تجهيز وتحضير المادة

التعبئة :

تملأ الثقوب التي تم تخريمها بالخليط السابق في مدة أقصاها ١٠ دقائق مع الأخذ في الأعتبار عدم أستخدام الأواني الزجاجية . الجدول (٣) ، يحدد كمية المادة في الثقب :

الجدول (٣)

قطر الثقب (مم)	٣٠	٣٢	٣٤	٣٨	٤٠	٤٥	٥٠
كمية المادة (كجم)	١,١	١,٣	١,٥	١,٨	٢	٢,٦	٣

التفاعل :

تبدأ عملية التمدد الجانبي حيث يزيد حجم المادة وتصل قوتها الي ٨٠٠٠ طن / م٢ في مدة ٦ ساعات . ومن الجدير بالذكر أن أقصي قوة للصخور = ٢٠٠٠ طن / م٢ .

التكسير :

تبدأ عملية تشقق الصخور في أتجاه الأخرام .

المميزات :

١ – تمتاز هذه المادة بأنها لا تحدث أهتزازات ولا يتولد عنها غبار أو غازات ضارة .

٢ – لا تحتاج الي ترخيص من الجهات الأمنية .

٣ – لا تحتاج الي أخصائيين .

ملاحظات :

١ – عند تعرض العين أو الجلد للمادة ، يجب تكرار الغسيل بالماء النقي ويعرض علي الطبيب .

٢ – لا تنظر مباشرة الي الثقوب من بداية صب المادة وحتي ٦ ساعات تقريبا .

فيما يلي جدول أسترشادي يوضح المسافة بين الفتحات عندما يكون قطر الثقب ٣٢ مم :

نوع الصخر	قطع منتظم (تملأ فتحة بالمادة وتترك أخري) (سم)	تدمير (تملأ كل الفتحات) (سم)
خرسانة مسلحة	–	٢٠ – ٢٥
خرسانة عادية	–	٤٠ – ٥٠
جرانيت	٢٠ – ٢٥	٤٠
رخام	٢٥	٥٠
حجر جيري	٣٠ – ٣٥	٥٠ – ٦٠
الباستر	٢٥ – ٣٠	٥٠ – ٦٠
بازلت	٢٠	٤٠

سادسا : أزالة الصخور بالنسف والتفحير :

يجب أن تكون كميات الصخور كبيرة في حالة النسف والتفجير كشق الطرق في الجبال أو الأنفاق....

يشترط أن تكون المنطقة المطلوب تفجيرها غير مأهولة بالسكان أو المباني وأن تكون بمساحات واسعة مثل الجبال .

التخريم :

تستخدم عدة آلات للتخريم في الطبقات الصخرية حسب تضاريس المنطقة وتوافر المعدات اللازمة ومنها :

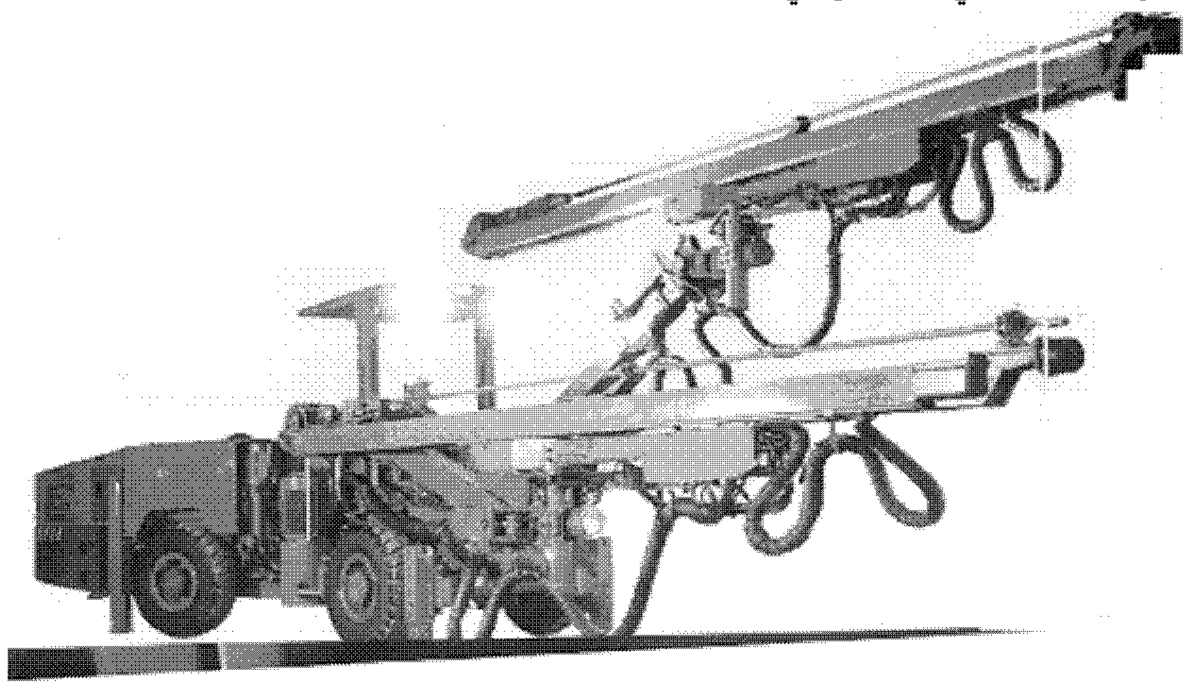
- آلات التثقيب بشواكيش التخريم :

هذه الشواكيش تعمل بضغط الهواء وهو مماثل لشاكوش تكسير الصخور ولكن بمسمار تثقيب طويل . تصلح هذه الطريقة للأماكن الشديدة الأنحدار أو الرأسية التي لا تتمكن معدات أخري من أجتيازها .

- آلات التثقيب :

تستخدم في حالة أن يكون كميات الصخور المطلوب أزالتها كبيرة وأن منطقة العمل شبه ممهدة لأمكان السير عليها . وهذه المعدات تصمم لتلائم العمل المطلوب ، فمثلا للعمل داخل الأنفاق مخالف للعمل في الطرق . وهناك معدات تثقيب لها أكثر من مثقاب للعمل ، وذلك في حالة وجود كميات كبيرة من الصخورمطلوب أزالتها – شكل (٥) .

تجهز هذه المعدة علي عجلات أو علي كاتينة .



شكل (٥)

آلة تثقيب تعمل في الأنفاق الصخرية



شكل (٥)

آلة التخريم في الجبال الوعرة

أعمال نسف وتفجير الصخور :

تعريف المفرقعات : هي مواد كيماوية غير ثابتة التركيب ، تتحول هذه المواد في زمن قصير جدا (نتيجة مؤثر خارجي) منتجة درجة حرارة عالية وكميات كبيرة من الغازات تحدث تأثيرا تدميريا للوسط المحيط بها عند تمددها.

أولا : المفرقعات المستخدمة محليا :

١ – الديناميت الجيلاتيني : ويتكون من النيتروجلسرين والنيترو سليولوز ونترات الأمونيوم و بعض الأضافات الأخري . يستخدم هذا النوع في تفجير الصخور عالية الصلابة في محاجر البازلت والجرانيت ومناجم الفوسفات . كما يستخدم في البحوث السيزمية الخاصة بالبحث عن البترول .

٢ – الديناميت البودرة : ويتكون من نترات الألومنيوم مع كميات صغيرة من النيتروجلسرين ، كما تحتوي علي مواد أخري تعمل كمثبتات .

٣ – مفرقع الأنفو : ويتكون من نترات الأفونيوم .

تخزين المتفجرات :

يفضل التخزين في مخازن جيدة التهوية وغير رطب ولا تزيد الحرارة عن ٤٠ درجة مئوية . يصمم المخزن بحيث يعطي الأمان فيما لو حدث أي أنفجار .

ثانيا : الفتائل Fuses :

١ – فتيل الأمان : عبارة عن بارود أسود يخيط بخيط من القطن ، يغلف البارود بثلاثة طبقات من الخيوط : أثنين من القطن وواحد من الجوت ، ثم تغمس في البيتومين أو البلاستيك كمادة عازلة .

٢ – الفتيل الأنفجاري : عبارة عن مادة شديدة الأنفجار (نيتروبنتا) ، تخيط بخيط من القطن (الدليل) وتغلف المادة المتفجرة بغلاف من ورق السلوفان ثم تغطي بثلاث طبقات بخيوط القطن والكتان والجوت ، ثم يغطي بمادة عازلة من البلاستيك لحمايتها .

ثالثا : المفجرات :

١ – المفجرات العادية : وتشعل بواسطة فتائل الأمان أو كباسين الأشعال .

٢ – المفجرات الكهربائية : ويشعل هذا النوع من المفجرات بواسطة ماكينات التفجير وتنقسم الي : مفجرات كهربائية لحظية أو مفجرات تأخير (و الأخيرة تستخدم في أعمال المناجم والمحاجر وشق الطرق) .

رابعا : أجهزة التفجير :

١ – ماكينات التفجير : وهي ماكينات خاصة ذات قدرة علي أنتاج تيار كهربي لأحداث التفجير .

النسف والأزالة :

نسف المصاطب :

يمكن تحديد العلاقة بين أرتفاع المصطبة وقطر الثقب والمسافة بين الأخرام من القوانين الآتية ، ويمكن أستخدام العلاقة الآتية في أعمال نسف المصاطب عندما يكون أرتفلع المصطبة أكبر من أو يساوي ضعف أكبر حمل للطبقة – شكل (٦) . وزن الطبقة الصخرية :

أقصي حمل V_{max} = ٤٥ × قطر ثقب التخريم من القاع .

خطأ التخريم F = ٠,٠٥ × ٠,٠٣ × عمق الخرم .

الحمل الفعلي V= أقصي حمل – خطأ التخريم (المسافة بين الصفوف)

المسافة بين الثقوب E = ١,٢٥ × الحمل الفعلي .

العمق الأضافي للثقب U ٠,٣ × أقصي حمل .

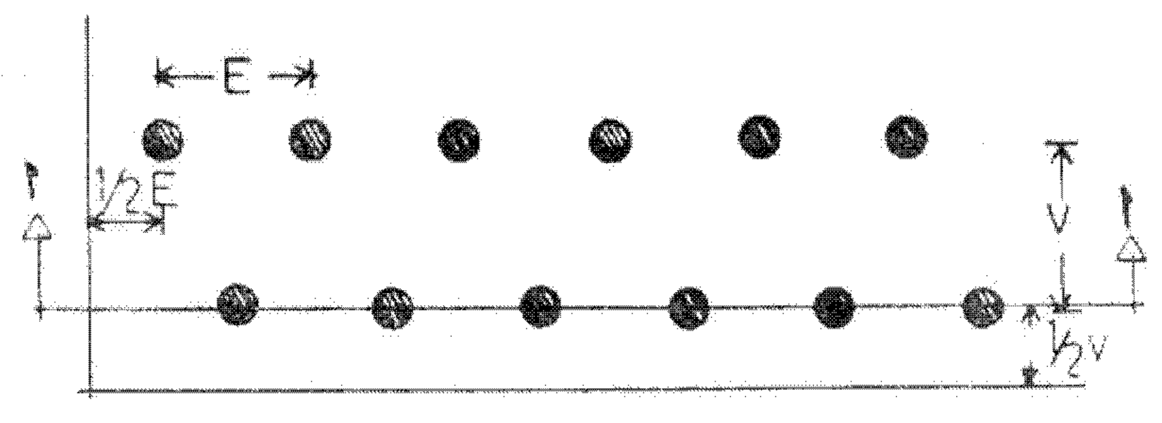
عمق التخريم H = أرتفاع المصطبة K + العمق الأضافي للتخريم U + ٠,٠٥ (K+U) .

كثافة شحنة القاع Q_{bx} (قطر ثقب التخريم)٢ ÷ ١٠٠٠ (كجم / متر) .

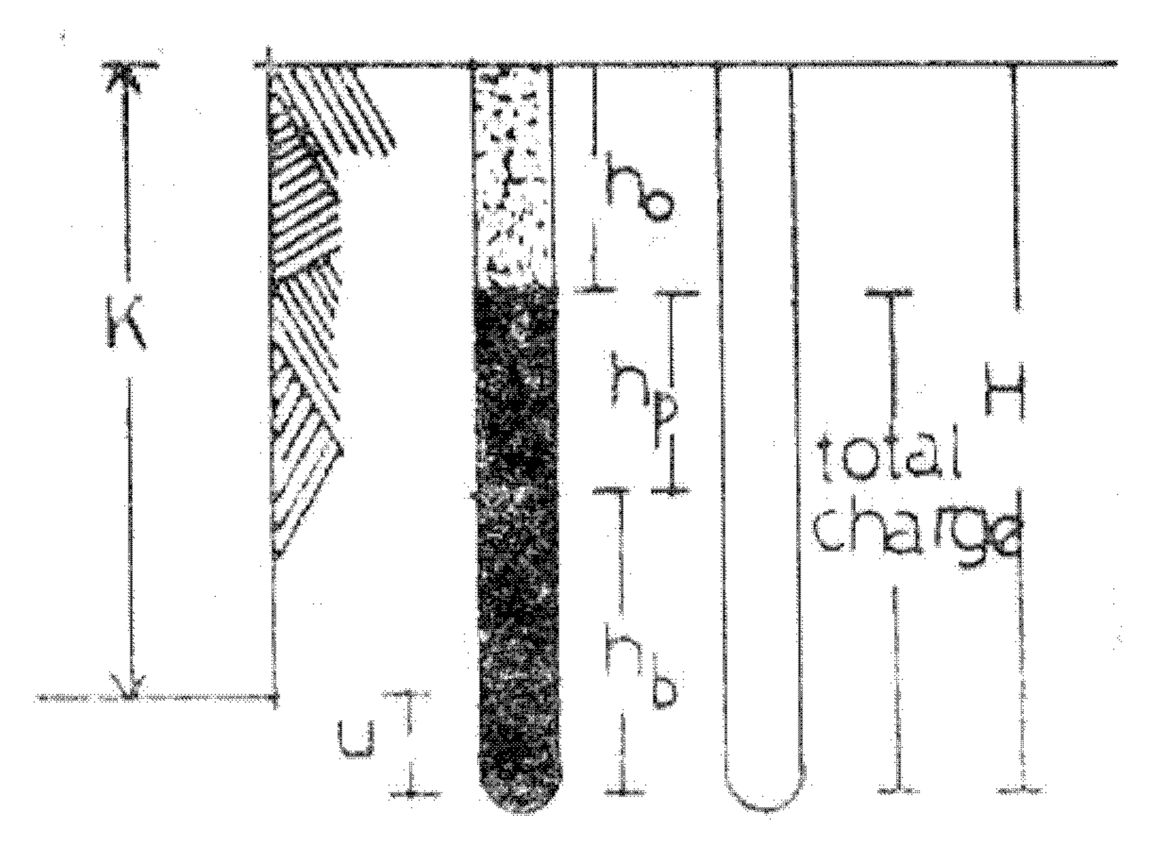
أرتفاع شحنة القاع (h_b) = ١,٣ × أقصي حمل (متر) .

وزن شحنة القاع (Q_b) = Q_{bx} × h_b .

كثافة شحنة العمود K Q_p = ٠,٤ – ٠,٥ من كثافة شحنة القاع .



مسقط أفقي للمصطبة



قطاع رأسي أ – أ

شكل (٦)

جدول (٤) ، يوضح العلاقة بين سمك طبقة الصخر وقطر وعمق الثقب وذلك بميل ٣ : ١ .

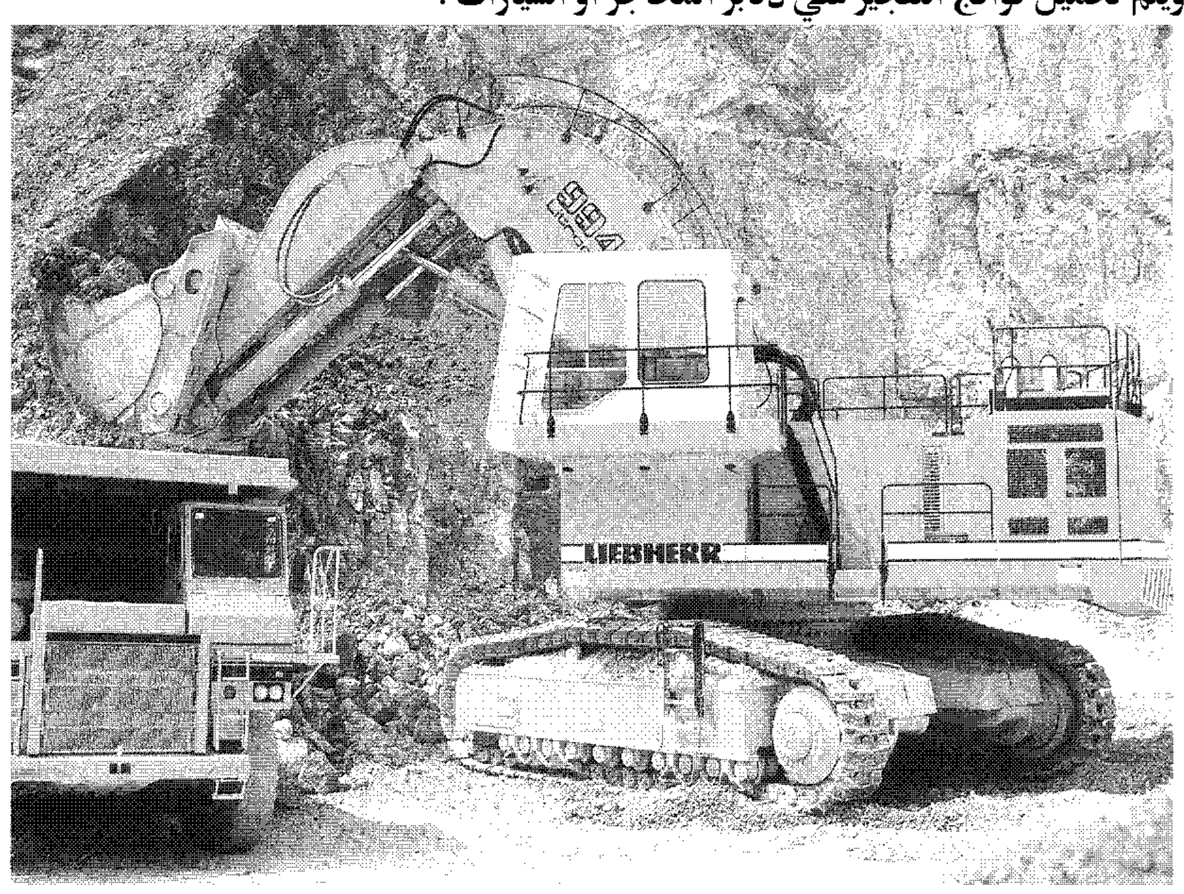
جدول (٤)

أرتفاع المصطبة K m	عمق الثقب H m	أقصي حمل V_{max} m	الحمل الفعلي V m	المسافة بين الثقوب E m	وزن شحنة القاع Q_b كجم	شحنة الثقب		الشحنة الكلية Q_{tot} كجم / ثقب	الوزن النوعي للشحنة q كجم / متر
						Q_p كجم	Q_p K كجم / متر		
٠,٥	٠,٨	٠,٥	٠,٥	٠,٦٥	٠,٠٧٥	–	–	٠,٠٧٥	٠,٤٦
٠,٨	١,١	٠,٦	٠,٦	٠,٧٥	٠,١٥	–	–	٠,١٥	٠,٤١
١	١,٤	٠,٨	٠,٨	١	٠,٣	–	–	٠,٣	٠,٣٨
١,٢	١,٦	٠,٩	٠,٩	١,١	٠,٤٥	–	–	٠,٤٥	٠,٣٨
١,٥	١,٩	١	١	١,٢٥	٠,٥٥	٠,١	٠,٤	٠,٦٥	٠,٣٥
١,٧	٢,٢	١	١	١,٢٥	٠,٦	٠,١٥	٠,٤	٠,٧٥	٠,٣٥
٢	٢,٥	١,١	١,١	١,٢٥	٠,٧	٠,٢	٠,٤	٠,٩	٠,٣٥
٢,٥	٣	١,٢	١,١	١,٣٥	١	٠,٣٥	٠,٥	١,٣٥	٠,٣٦
٣	٣,٦	١,٤	١,٢٥	١,٥	١,٧	٠,٣٥	٠,٥	٢,٠٥	٠,٣٦
٣,٥	٤,٢	١,٥٨	١,٤	١,٧٥	٢,٥	٠,٥٥	٠,٧	٣,٠٥	٠,٣٥
٤	٤,٧	١,٥٨	١,٤	١,٧٥	٢,٥	٠,٩	٠,٧	٣,٥	٠,٣٥
٤,٥	٥,٢	١,٥٣	١,٣٥	١,٧	٢,٣	١,٢٥	٠,٧	٣,٥٥	٠,٣٥
٥	٥,٧	١,٥٣	١,٣٥	١,٧	٢,٣	١,٦	٠,٧	٣,٩	٠,٣٥
٥,٥	٦,٢	١,٤٥	١,٢٥	١,٥٥	٢,١	١,٧٥	٠,٦	٣,٨٥	٠,٣٥
٦	٦,٧	١,٤٤	١,٢	١,٥	١,٨٥	١,٩٥	٠,٥٥	٣,٨	٠,٣٥
٦,٥	٧,٢	١,٤٤	١,٢	١,٥	١,٨٥	٢,٢	٠,٥٥	٤,٠٥	٠,٣٥
٧	٧,٨	١,٤	١,١٥	١,٤	١,٧٥	٢,٣٥	٠,٥	٤,١	٠,٣٦
٧,٥	٨,٣	١,٣٥	١,٠٥	١,٣	١,٦	٢,١	٠,٤	٣,٧	٠,٣٦
٨	٨,٨	١,٣٥	١	١,٢٥	١,٦	٢,١	٠,٤	٣,٧	٠,٣٦
٨,٥	٩,٣	١,٣١	١	١,١,٢٥	١,٤	٢,٤	٠,٤	٣,٨	٠,٣٦

تحميل و نقل الصخور المزالة :

١ - الحفارات ذات القادوس الأمامي - شكل (٧) Front Shovel Excavators :

ويتم تحميل نواتج التفجير علي دنابر المحاجر او السيارات .

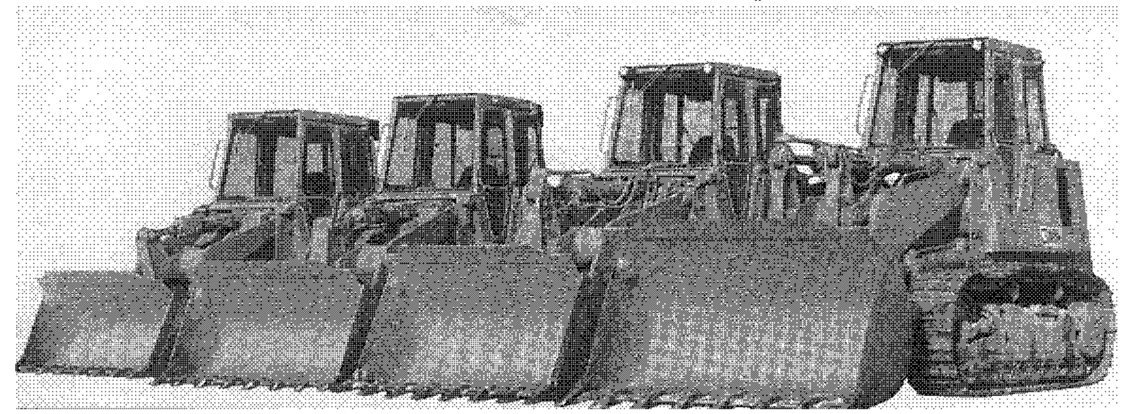


شكل (٧)

حفار بقادوس أمامي

٢ - لوادر علي كاتينة Track loaders :

يمكن أن تعمل هذه المعدة بكفاءة في تحميل الصخور ونواتج التفجير - شكل (٨) .



شكل (٨)

لوادر علي كاتينة

معدلات عمل اللودر علي كاتينة - أرض مستوية صخور ضعيفة

نواتج التفجير (مشونة)

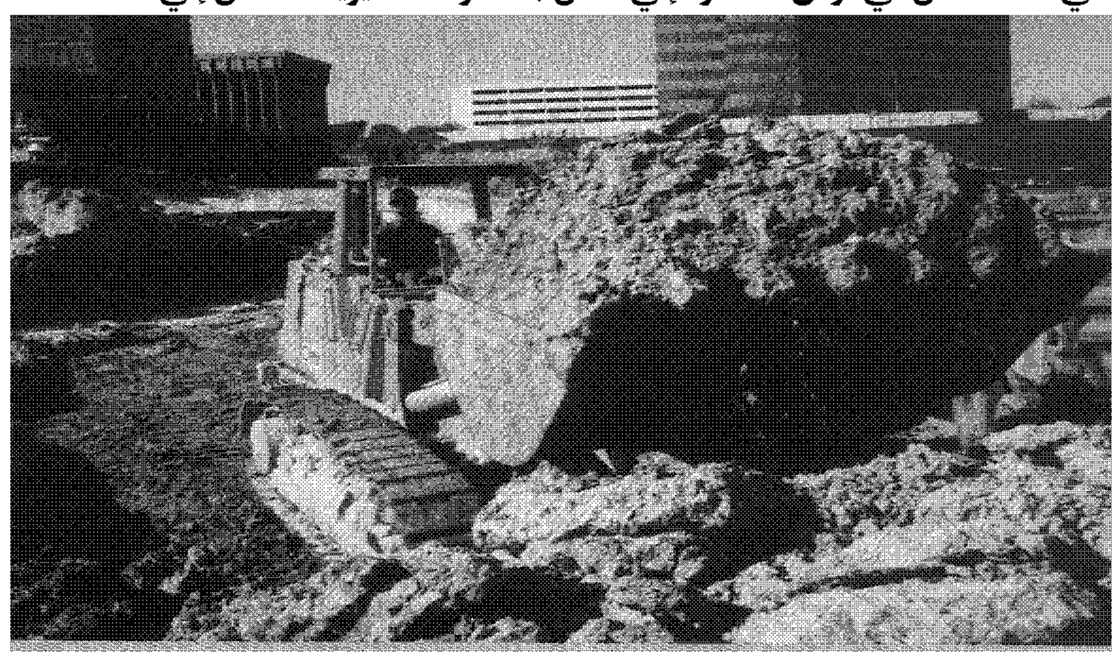
القدرة (حصان)	مسافة الترحيل (متر)					حجم القادوس م٣	ملاحظات
	٦٠ متر	٤٥ متر	٣٠ متر	١٥ متر	صفر		
٦٢	١٤٥	١٧٠	٢٠٠	٢٣٠	٤٤٠	٠,٧٦	العمل ٨ ساعات
٨٠	٢٠٠	٢٣٥	٣٠٥	٣٩٠	٦٥٥	١,١٥	
١٣٠	٢٨٥	٣٣٥	٤١٠	٦٠٠	٨٧٥	١,٥٣	
١٩٠	٣٣٠	٣٩٠	٥١٠	٧٥٥	١٠٩٥	١,٩١	
٢٧٥	٧٢٠	٩٢٥	١١٤٥	١٥٠٥	٢١٩٠	٤,٢	

ملاحظات :

١ - يتم ضرب المعدلات المذكورة × معاملات التصحيح السابق ذكرها والمعاملات التالية للحصول علي الأنتاجية الفعلية للمعدة .

٢ - في حالة العمل في أرض منحدرة إلي أعلي بنسبه ١٠٪ ، ينخفض المعدل بمقدار ٩١٪ .

٣ - في حالة العمل في أرض منحدرة إلي أسفل بمقدار ١٠٪ ، يزيد المعدل إلي ١١١٪ .

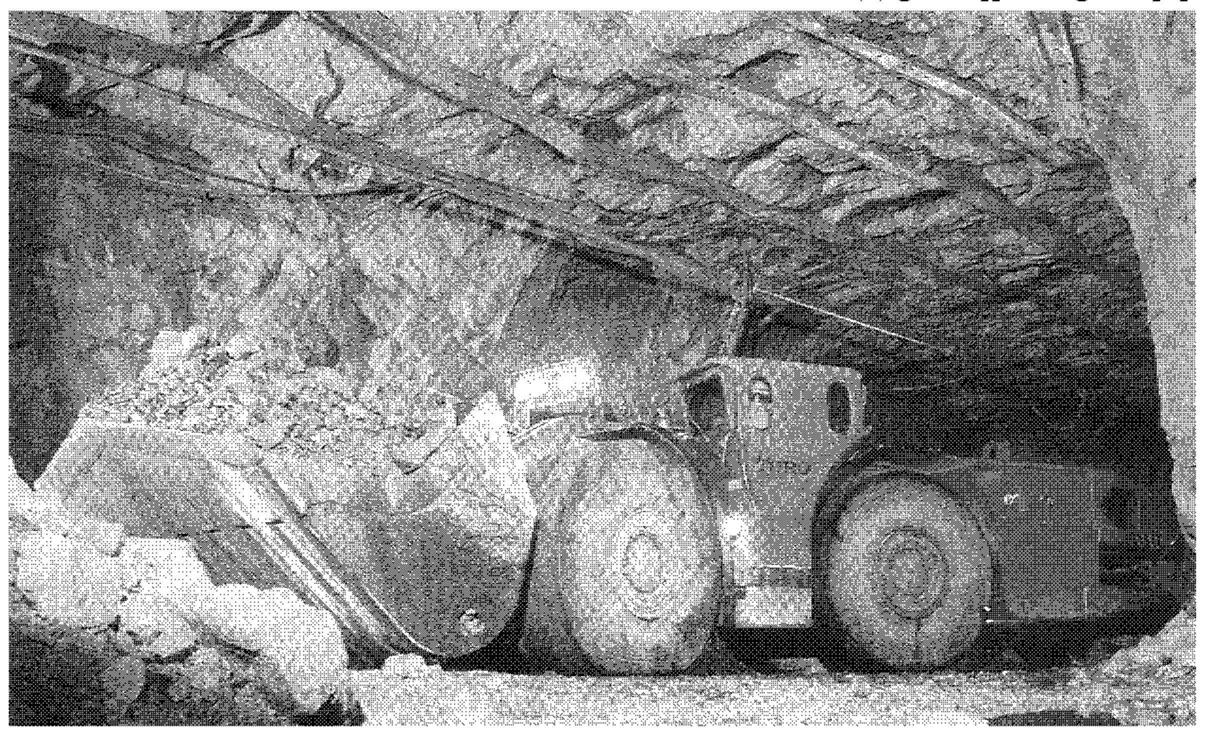


شكل (٨)

لودر علي كاتينة أثناء العمل

٣ – معدات أخري :

لودر تحميل الصخور – شكل (٩) .



شكل (٩)

تحميل نواتج التفجير باحد الأنفاق الصخرية بواسطة لودر مصمم بأبعاد خاصة

عملية نقل الصخور ونواتج التفجير :

١ – قصابيات المحاجر :

قصابيات تحميل الصخور – شكل (١٠) .



شكل (١٠)

قصابيات تحميل الصخور داخل أحد الأنفاق الصخرية الكبيرة مصممة بمقاسات خاصة

٢ – دمبر المحاجر

تتميز دنابر المحاجر بصندوق قوي ، ليس له جانب خلفي ، أضافة الي أن الشاسيه مسلوبا من الخلف الي أعلي – شكل (١١). وقد يصنع الفرش من قاع مزدوج من الصاج كما يوضع خشب بين الطبقتين ليقاوم الثني . تزود الدنابر بدرع واق للكابينة من الصلب لحماية السائق وأجهزة السيارة . يستخدم في نقل مواد المحاجر (أساسا الصخور) – كما تبلغ حمولة الدمبر في بعض الأحيان ٧٠ طن.

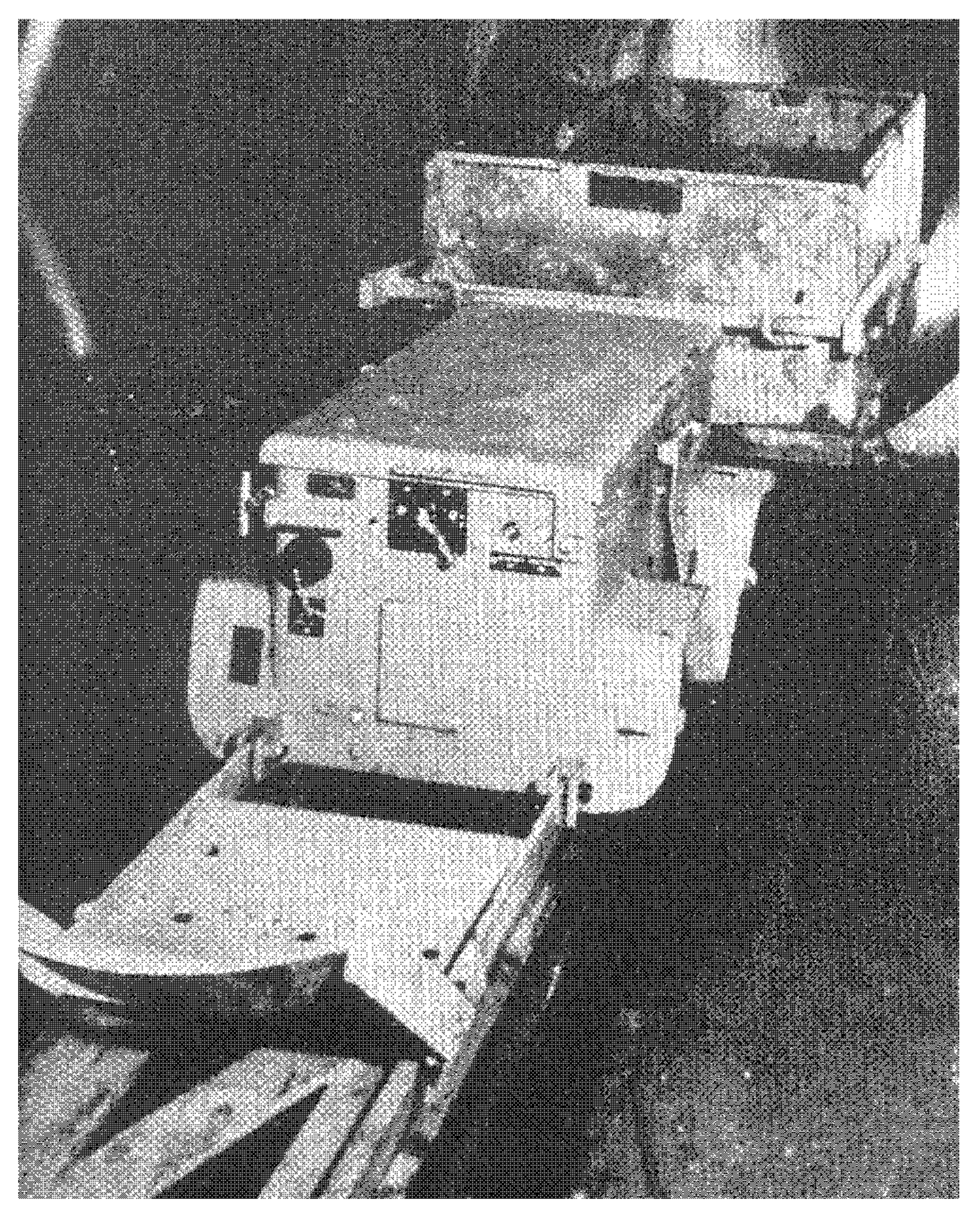


شكل (١١)

دمبر المحاجر

٣ – نقل الصخوربعربات الديكوفيل :

تستخدم هذ العربات في نقل نواتج التكسير من داخل النفق أو المنجم – إذا لم يستوعب حجم السيارات أو اللوادر– أو أي منطقة وعرة في الجبل بموقع التفجير . هذه العربات تسير علي قضبان ويتم تحميلها وتفريغها بواسطة العمال من مكان التحميل حتي المقلب أو مكان التشوين . يمكن أن تكون عدة عربات متصلة مع بعضها وتتحرك بواسطة العمال أو قاطرة صغيرة تعمل بالسولار ذهابا وعودة – شكل (١٢) .



شكل (١٢)

عربة ديكوفيل وقاطرة جر - يمكن أن تكون عدة عربات تبعا لحجم العمل

التحكم في المياه الجوفية

Ground Water Control

الجزء الأول

الطرق المعتادة للتحكم في المياه الجوفية

مقدمة :

من المشاكل الهامة التي تواجه مهندس تنفيذ الأعمال الصحية الخارجية هو أختيار الأسلوب المناسب للتخلص من مياه الرشح . لذلك فمن المهم أن يكون علي دراية كافية بهذا النوع من الأعمال . و تعتبر عمليه التحكم في المياه الجوفية من العمليات المؤثرة علي أقتصاديات المشروع . و يمكن أن يخسر المقاول عطاء تقدم اليه بسبب الأختيار الخاطىء في أسلوب مقاومة المياه الجوفية . كما يمكن أن يتسبب عدم درايه المهندس بالأساليب الصحيحه للتجفيف في هبوط و تصدع المباني المجاورة .

الطرق الشائعة في التحكم في المياه الأرضية :

١ – طريقة النزح السطحي **Surface Dewatering**

٢ – طريقة الآبار الأبرية **Well Point System**

٣ – طريقة الآبار العميقة **Deep Wells** .

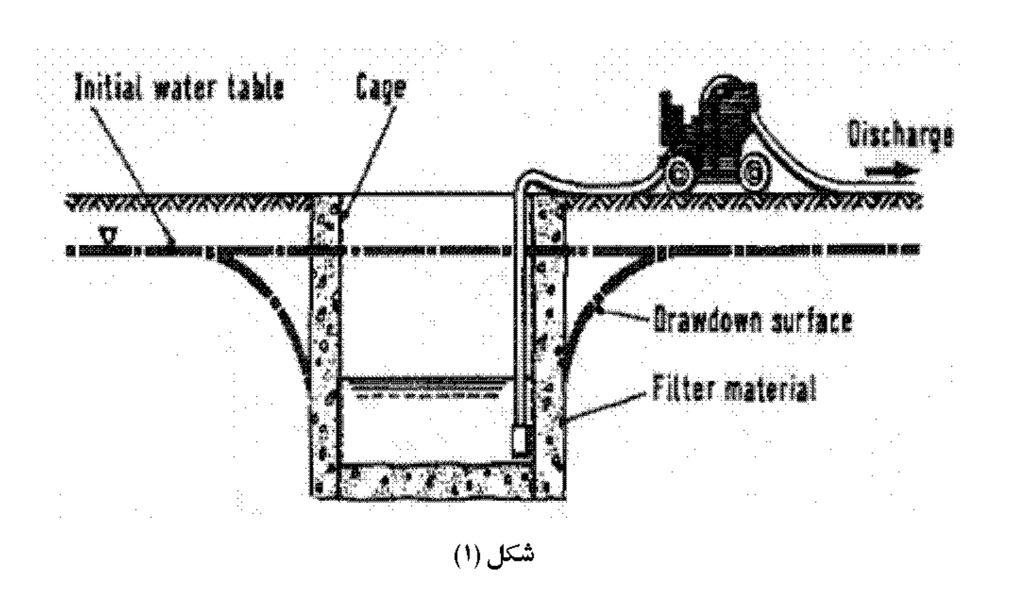
أولا : طريقة النزح السطحي :

هي أكثر الطرق بساطة و شيوعا و أقلها تكلفة ، تتلخص في أختيار أوطي نقطة في الأرض لوضع طلمبة النزح حيث تتجمع المياه في أوطي نقطة لتقوم الطلمبة بسحبها و ألقاء المياه في أقرب مجري مائي أو مطبق صرف صحي – شكل (١) .

سحب المياه بهذه الطريقة و لمده طويلة دون الأخذ في الأعتبار الأحتياطات اللازمه ممكن أن يؤدي الي هبوط المباني المجاورة ، حيث تأتي مياه الرشح الي أوطي نقطة (الطلمبة) و من أسفل المباني المجاورة حاملة معها الجزيئات الدقيقة للتربة ، مما يحدث خلخلة باستمرار النزح لفترة طويلة ، أسفل هذه الأساسات ثم الهبوط.

لذلك يجب الأحتياط بأن تكون عملية النزح في أقل وقت ممكن – بالأضافة الي أنه يفضل عمل بئر صغير عبارة عن برميل مثقب و محاط بطبقة من الفلتر (زلط + رمل) لزوم فانوس الطلمبة ، حيث سيمنع هذا الفلتر نسبة كبيرة من جزيئات التربة المحمولة بواسطة مياه الرشح.

و يمكن لهذا النظام سحب مياه الرشح حتي عمق حفر = ٣ متر في الأحوال العادية . و في بعض الأحوال تكون طبقات التربة شديدة التماسك ، قليلة النفاذية ، الأمر الذي يمكن من نزح المياه الي أعماق أكبر .



شكل (١)

طلمبة النزح السطحي

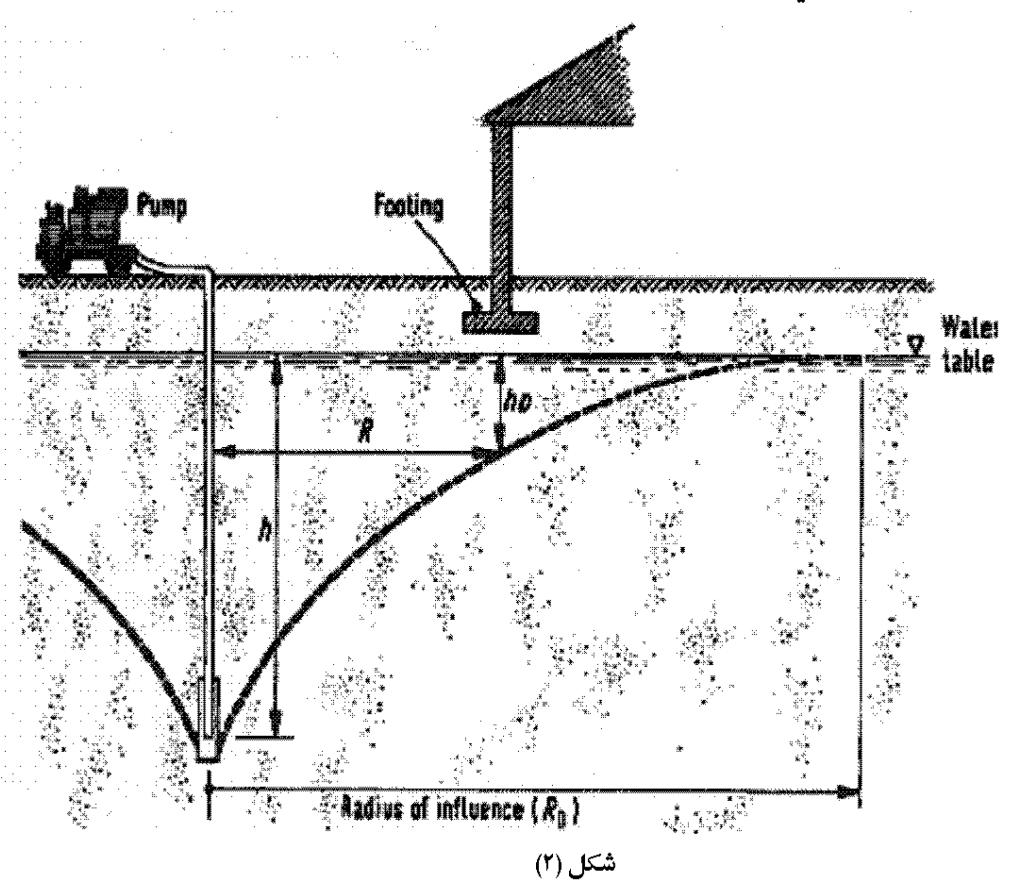
و في أحد مشروعات الصرف بالقاهرة ، تم عمل نزح سطحي لخط مواسير بعمق ٨ أمتار منهم ٦ أمتار مياه رشح وكانت الأرض من الطمي شديد التماسك . بينما – في مشروع آخر – كان عمق الحفر = ٢ متر منهم ١ متر مياه رشح و كانت طبيعة التربة من الطمي السيلتي ، لم نتمكن من تجفيف المياه بالطريقة السطحية حيث كانت النفاذية عاليه وتم التنفيذ بواسطة الآبار الأبرية .

تقدير الهبوط أسفل الأساسات بسبب هبوط مياه الرشح :

١ – حساب R_o من المعادلة أسفل الجدول رقم (١) ، حيث Ro هي نصف قطر دائره التأثير.

٢ – تحسب R – شكل (٢) ، وهي المسافة بين منتصف قاعدة أول عامود علي الواجهه وفانوس طلمبة سحب المياه السطحية .

٣ – حساب R_o / R من المنحني وإيجاد نسبة إنخفاض المياه h_o / h من الرسم ، ومن ثم إيجاد قيمة h_o.



شكل (٢)

منحني الهبوط – حالة النزح السطحي

٤ – بمعلومية الأجهاد الآمن للتربة q_a – Bearing Capacity يمكن حساب قيمة الهبوط من المعادلـة :

$$\text{Settlement (mm)} = ٤٩٠\ h_o / q_a$$

$$h_o \text{ in meters },\ q_a \text{ in kN/m}^٢$$

جدول رقم (١)

إنخفاض المياه h داخل البئر متر	رمل ناعم		خليط من الزلط والرمل النظيف		زلط نظيف	
	النفـــــاذية (متر/ ث)					
	$١٠^{-٥}$	٥×١٠^{-٥}	$١٠^{-٤}$	٥×١٠^{-٤}	$١٠^{-٣}$	٥×١٠^{-٣}
١	٩	٢١	٣٠	٦٧	٩٥	٢١٢
١٫٥	١٤	٣٢	٤٥	١٠١	١٤٢	٣١٨
٢	١٩	٤٢	٦٠	١٣٤	١٩٠	٤٤٢
٢٫٥	٢٤	٥٣	٧٥	١٦٨	٢٣٧	٥٣٠
٣	٢٨	٦٤	٩٠	٢٠١	٢٨٥	٦٣٦
٣٫٥	٣٣	٧٤	١٠٥	٢٣٥	٣٣٢	
٤	٣٨	٨٥	١٢٠	٢٦٨	٣٧٩	٨٤٩
٤٫٥	٤٣	٩٥	١٣٥	٣٠٢	٤٢٧	٩٥٥
٥	٤٧	١٠٦	١٥٠	٣٣٥	٤٧٤	١٠٦١
٥٫٥	٥٢	١١٧	١٦٥	٣٦٩	٥٢٢	١١٦٧
٦	٥٧	١٢٧	١٨٠	٤٠٢	٥٦٩	١٢٧٣
٦٫٥	٦٢	١٣٩	١٩٥	٤٣٦	٦١٧	١٣٧٩
٧	٦٦	١٤٨	٢١٠	٤٧٠	٦٦٤	١٤٨٥
٧٫٥	٧١	١٥٩	٢٢٥	٥٠٣	٧١٢	١٥٩١
٨	٧٦	١٧٠	٢٤٠	٥٣٧	٧٥٩	١٦٩٧
٨٫٥	٨١	١٨٠	٢٥٥	٥٧٠	٨٠٦	١٨٠٣
٩	٨٥	١٩١	٢٧٠	٦٠٤	٨٥٤	١٩٠٩
٩٫٥	٩٠	٢٠٢	٢٨٥	٦٣٧	٩٠١	٢٠١٥
١٠	٩٥	٢١٢	٣٠٠	٦٧١	٩٤٩	٢١٢١
١٢	١١٤	٢٥٥	٣٦٠	٨٠٥	١١٣٨	٢٥٤٦
١٥	١٤٢	٣١٨	٤٥٠	١٠٠٦	١٤٢٣	٣١٨٢

Ro = ٣٠٠٠ h (k) $^{٠٫٥}$ Radial flow)

Ro = ١٥٠٠ - ٢٠٠٠ h (K) $^{٠٫٥}$ For line flow to trenches or line of well point.

ثانيا : طريقة الآبار الأبرية Well Point System :

هو نظام لتجفيف المياه ، يمكن تنفيذه لتجفيف مياه الرشح في خندق للمواسير أو لأحد المنشآت تحت الأرض.

مكونات النظام :

١ - طلمبة سحب المياه :

و لها القدرة علي أمتصاص مياه الرشح الموجودة في باطن الأرض و هي من نوع الطلمبات التي تعمل بالتفريغ **Vaccum Pump** . يتكون النظام من عدد ٢ طلمبة تكون أحداهما أحتياطية للأخري . يستمر العمل ٢٤ ساعة بدون توقف حتي أنتهاء العمل . يحسب تصرف الطلمبة من عدد الحربات العاملة و باعتبار أن طاقة سحب المياه لكل حربة = ١,٥ - ٢ م٣ / ساعة .

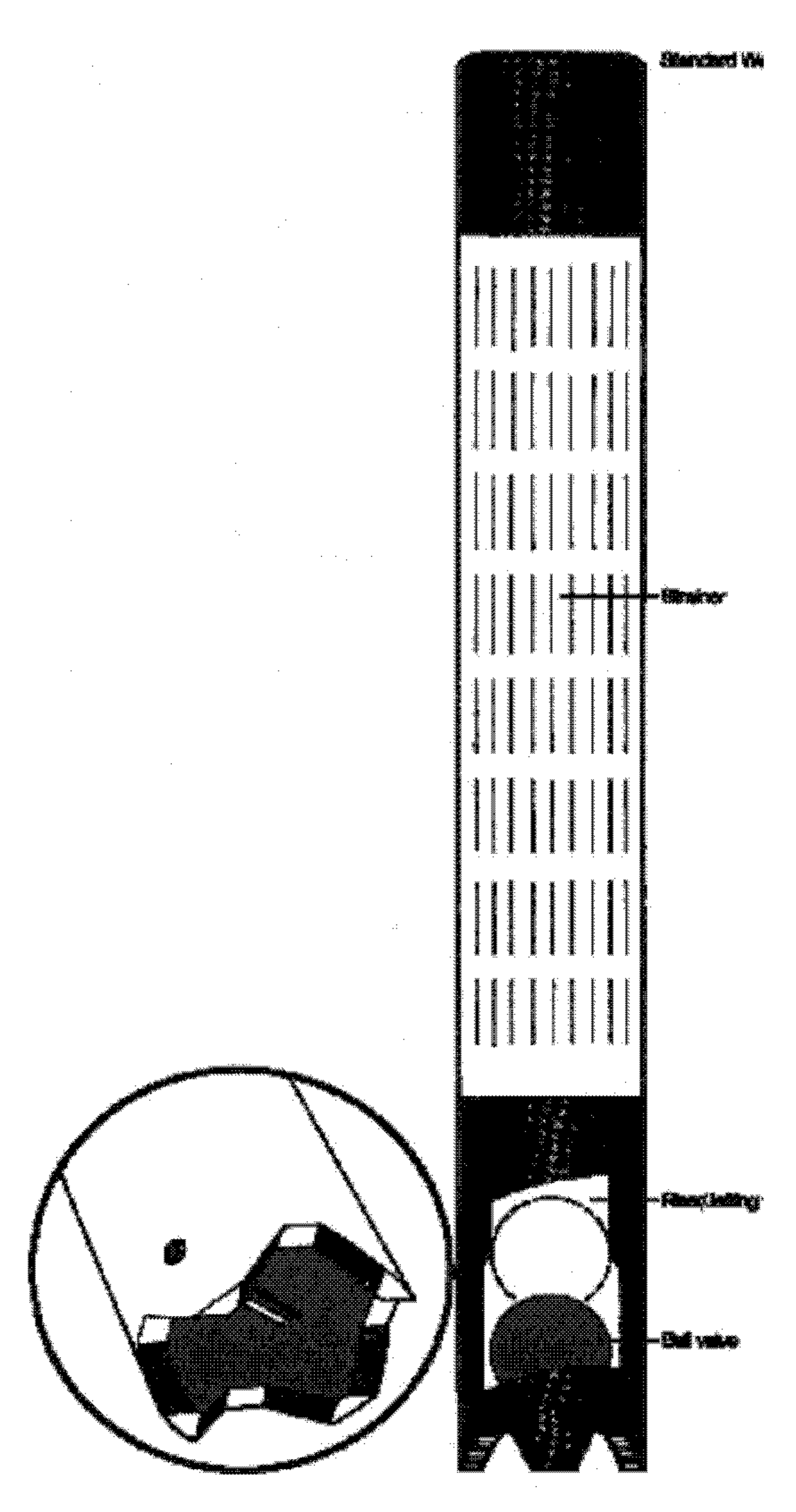
٢ - الحربة :

وهي مكونة من جزئين :

الجزء الأسفل : علي شكل ماسورة **Strainer** - أسطواني الشكل غير قابل للصدأ و طوله ١ متر و قطره ٢" . به فتحات دقيقة تسمح بدخول المياه دون جزيئات التربة ، و يمكن تغيره بعد أنتهاء العمر الأفتراضي له . يخترق هذا الجزء الأسطواني أنبوبة داخلية لها محبس كروي في نهايتها بالأضافة الي وجود ثقوب علي الجدار الخارجي لغرض دفع المياه من خلالها لزوم عملية غرز الحربة في الأرض شكل (٣) .

الجزء العلوي : و هو متصل بالجزء السفلي - قطره ٢" - وهو عبارة عن ماسورة من الحديد المجلفن طولها ٦ متر - في نهايتها العليا جزء كروي لأمكان توصيله بالخرطوم مباشرة بالأضافة الي صمام حاجز يستخدم وقت تغيير الحربة . يكون الطول الأجمالي للحربة = ٧ متر .

يتم غرز الحربة في طبقات التربة بدفع المياه بواسطة طلمبة الغرز - شكل (٤) ، حيث تدفع المياه تحت ضغط عالي بقوة فتحدث ثقبا في الأرض يمكن من غرز الحربة بسهولة ويجب أن تكون في وضع رأسي تماما .



شكل (٣)

تفاصيل الحربة

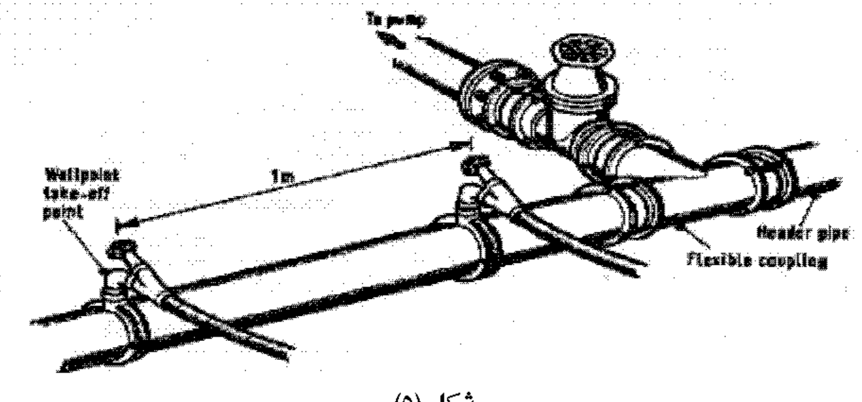


شكل (٤)

غرز الحربة

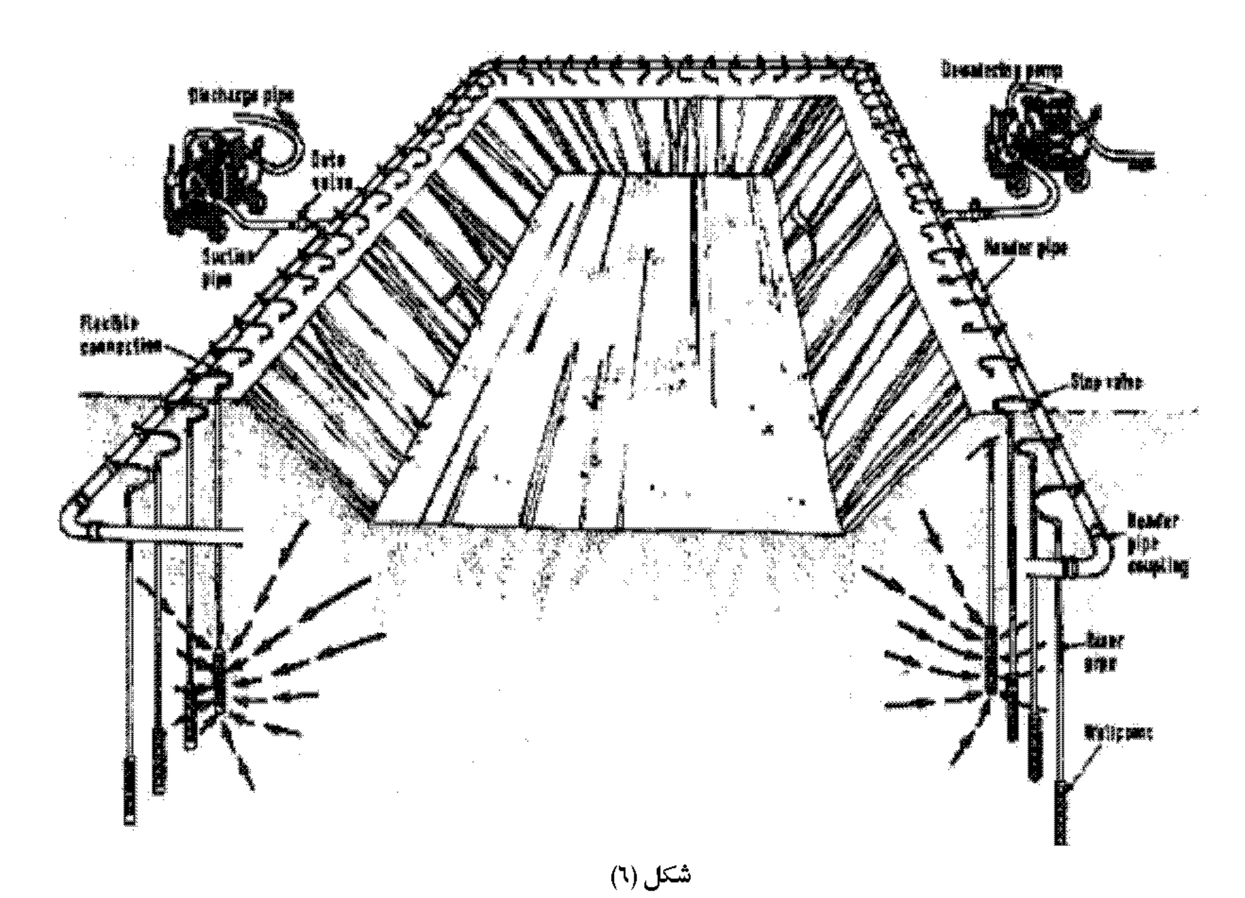
٣ – الماسورة المجمعة : Header Pipe

و هي الماسورة التي تجمع تصرفات جميع الحربات و تنقلها الي الطلمبة . تكون غالبا مواسير سريعة الأ تصال **Quick Coupling** ، قطر ٦"-١٢"من الألومنيوم أو من من ماده **P.V.C** الخفيفه الوزن لأمكان تركيبها أو فكها بسرعة و سهولة . تزود أيضا بالقطع الخاصة مثل الأكواع و المشتركات و خلافه من نفس المادة وكذلك سرعة الفك و التركيب . تصمم هذه الماسورة باعتبار أن سرعه المياه = ١متر / ثانية . تزود هذه الماسورة بمخارج كروية خاصة قطر ٢" لتركيب خراطيم السحب للحربات – شكل (٥) .



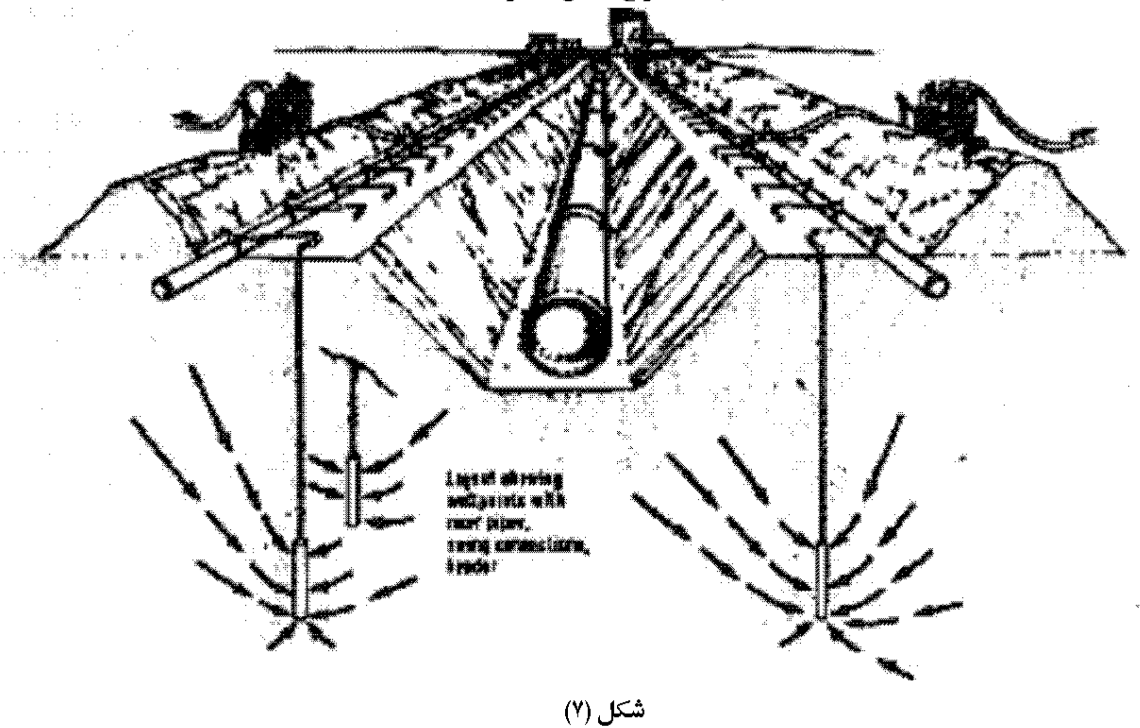
شكل (٥)
أتصال الحربة مع خط التجميع العمومي

شكل (٦) يوضح نموذجا لعملية تجفيف المياه لموقع عمل ، كما يوضح شكل (٧) نموذجا لتجفيف ترانشات المواسير.



شكل (٦)

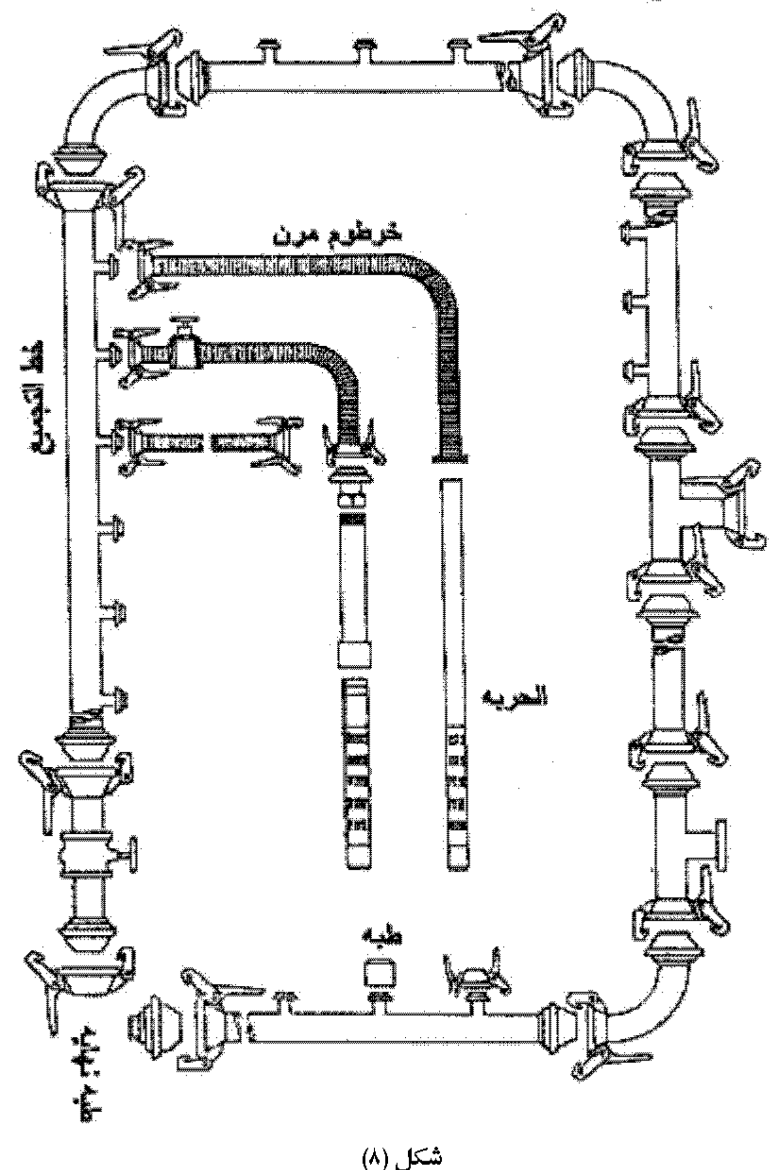
تجفيف موقع العمل بالحربات



شكل (٧)

تجفيف ترانشات المواسير – بواسطة الحربات

Steel Galvanised Quick Acting



شكل (٨)

نظام مواسير جاهزة وسريعة التركيب – حديد مجلفن أو ألومنيوم أو PVC

طريقة التنفيذ :

١ – تحدد حدود المشروع المطلوب تجفيفة أذا كان خط مواسير أو أحد المنشآت .

٢ – نبدأ في عملية غرز الحربات في صف مستقيم موازي للحدود السابق تحديدها و علي بعد منها = ٥٠ سم – شكل (٤) . تستخدم ماكينة الغرز ، يتم غرز حربة كل ٥٠ – ١٠٠سم حسب نفاذية الأرض وزمن الخفض المطلوب لمنسوب المياه .

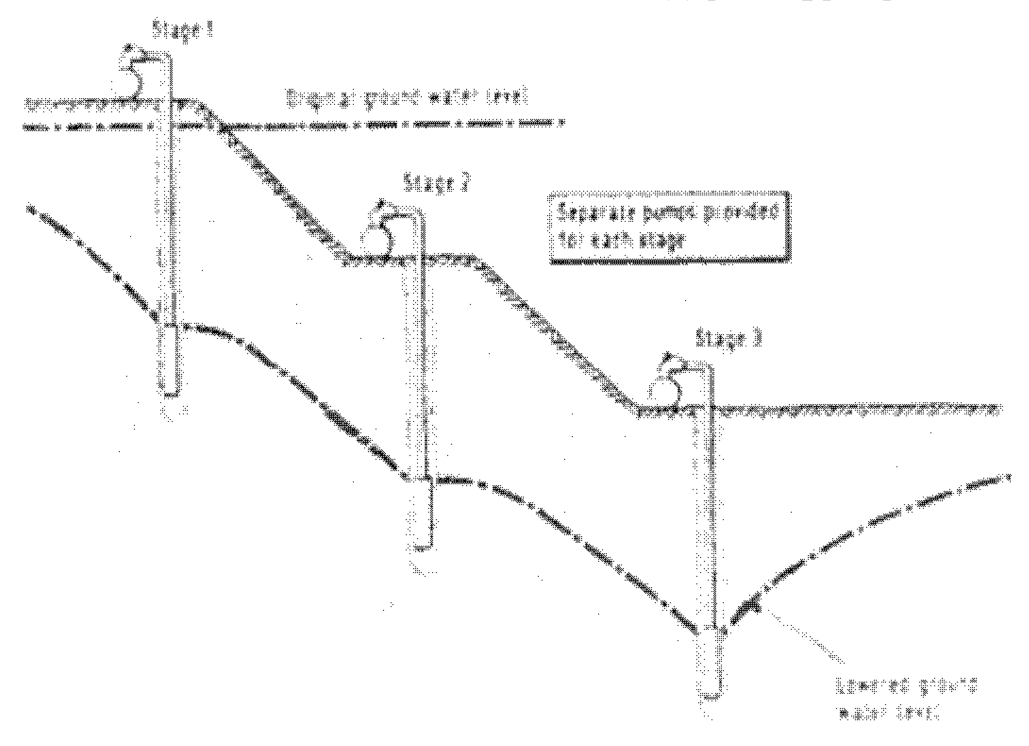
٣ – مد خط الماسورة المجمعة موازيا لحدود المنشأ و مجاورا لصف الحربات . يتم توصيل الخط بماكينة السحب مع عمل نظام الصمامات للتحكم في تشغيل الماكينات . يتم توصيل الحربات علي نفس الخط بواسطة خراطيم التوصيل .

٤ – مد خط صرف الطلمبة الي أقرب مجري مائي لصرف مياه النزح الجوفي أو مطبق صرف (بعد موافقة المسئولين).

ملاحظات :

١ – يتم أختبار الحربات كل فترة للأ طمئنان علي كفاءة سحبها . في أحوال كثيرة نجد عدم قدرة الحربة علي السحب بسبب أنسداد فتحات و مسام الجزء السفلي للحربة . و لأصلاح ذلك يتم رفع الحربة (بشكل رأسي تماما) ثم توصيلها بماكينة الغرز وفتح المياه تحت ضغط عالي لفتح مسامها ثم يعاد غرزها مرة أخري .

٢ – يمكن لتخفيض مياه الرشح لأي منشأ و علي عمق كبير ، عمل أكثر من صف للحربات و علي مصاطب . كما يمكن مزج أكثر من نظام للنزح الجوفي مثل أستخدام الآبار العميقة مع الآبار الأبرية لنصل في النهاية الي تجفيف كامل للموقع – شكل (٩) .



شكل (٩)

الحربات علي ثلاثة مستويات

ثالثا : الآبار العميقة :

هي أحد الوسائل الفعالة لتخفيض مياه الرشح . يتم اللجوء لها في حالة ما أذا كان عمق المياه المراد خفضها كبيرا ولا يستطيع أي من الطرق السابقة أن يحققه .

مكونات النظام :

١ – البئر :

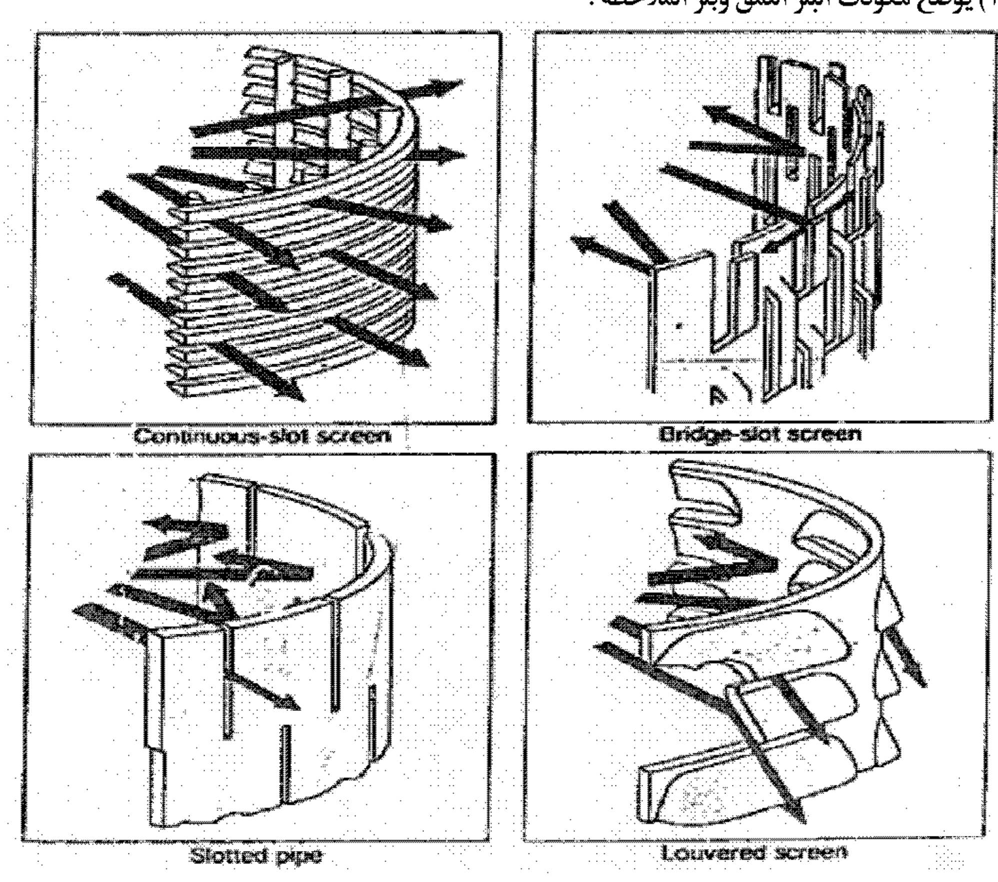
يتكون البئر من ماسورة معدنية يتراوح قطرها من ٨" – ١٦" حسب التصرف المطلوب في الساعة . يثقب الجزء الأسفل من الماسورة (ثلث الارتفاع) بثقوب = ٢٠٪ من المساحة السطحية – قطر الثقب = ١٣ – ١٦مم مع ترك مسافة = ضعف قطر الثقب بين الثقوب – كما تقفل فتحة ماسورة البئر من أسفل .

يتم كسوة الجزء المثقوب بواسطة شبكة من النحاس أو البلاستيك ذات ثقوب ضيقة قطرها = ١مم مع رباطها جيدا في الماسورة علي أن تمثل هذه الفتحات ٩٪ من المسطح الخارجي .

يمكن أستخدام نوع آخر من المواسير المفلجة (ذات فتحات رأسية ضيقة) **Bridge Slots** حيث يمكن الأستغناء عن الشبكة ، كما أن هناك أنظمة أخري لفتحات البئر – شكل (١٠) .

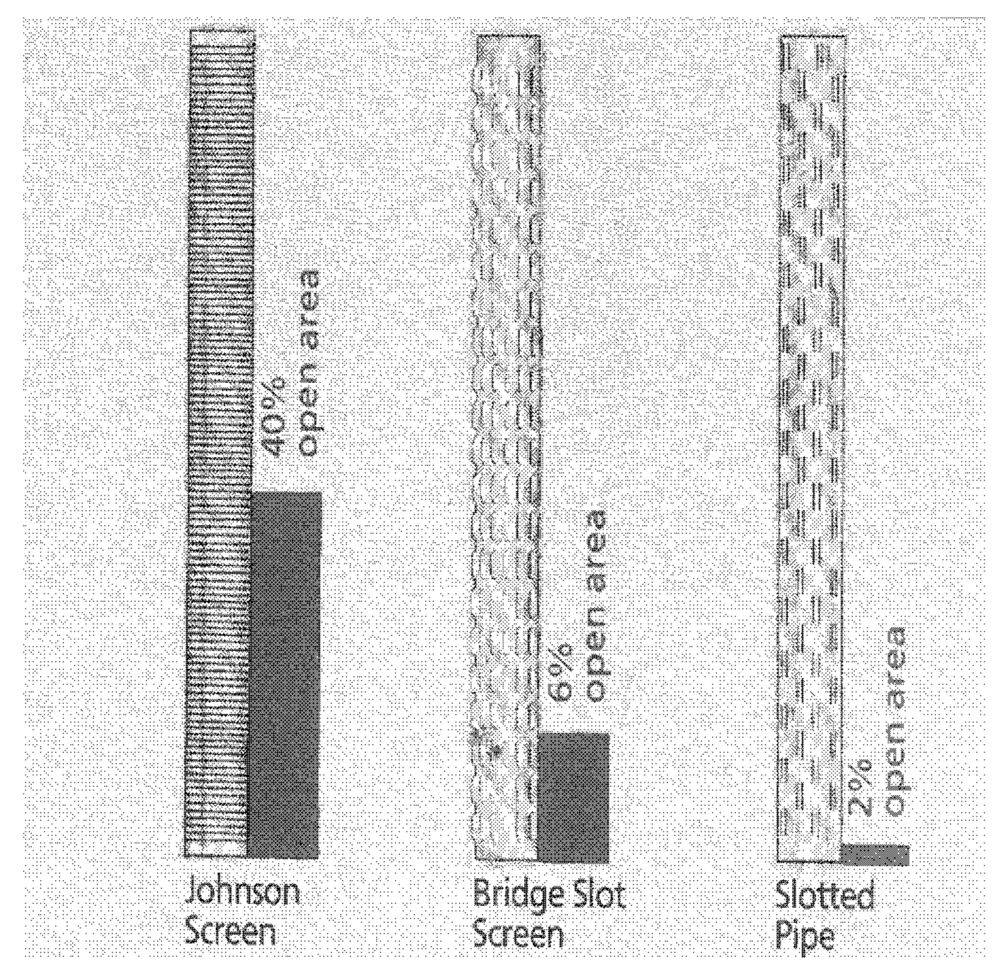
يلاحظ كفاءة شبكة البئر طراز جونسون لأحتوائها علي مسطح فتحات أكبر من الشبك الآخر .

شكل (١١) يوضح مكونات البئر العمق وبئر الملاحظة .

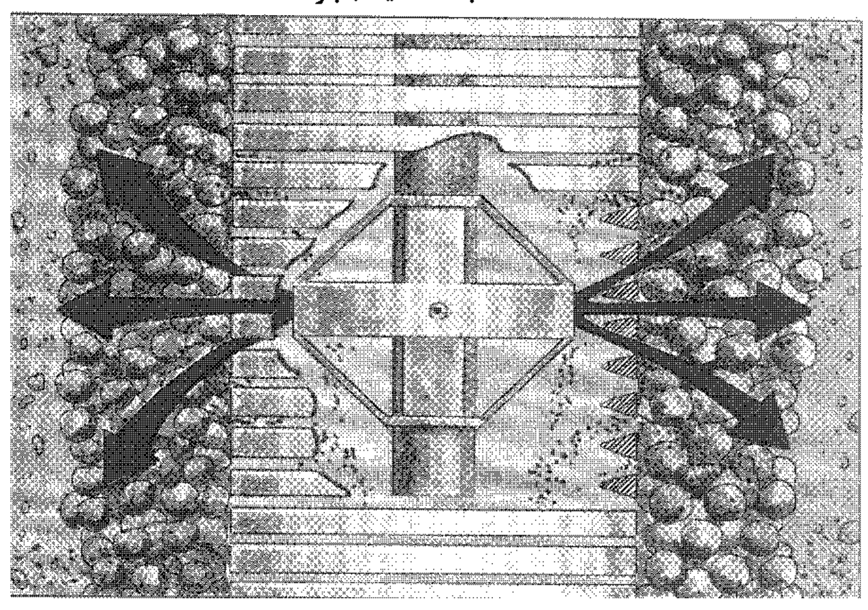


شكل (١٠)

أنواع مصافي الآبار – هناك مصفاة مثقبة بثقوب دائرية لم تظهر



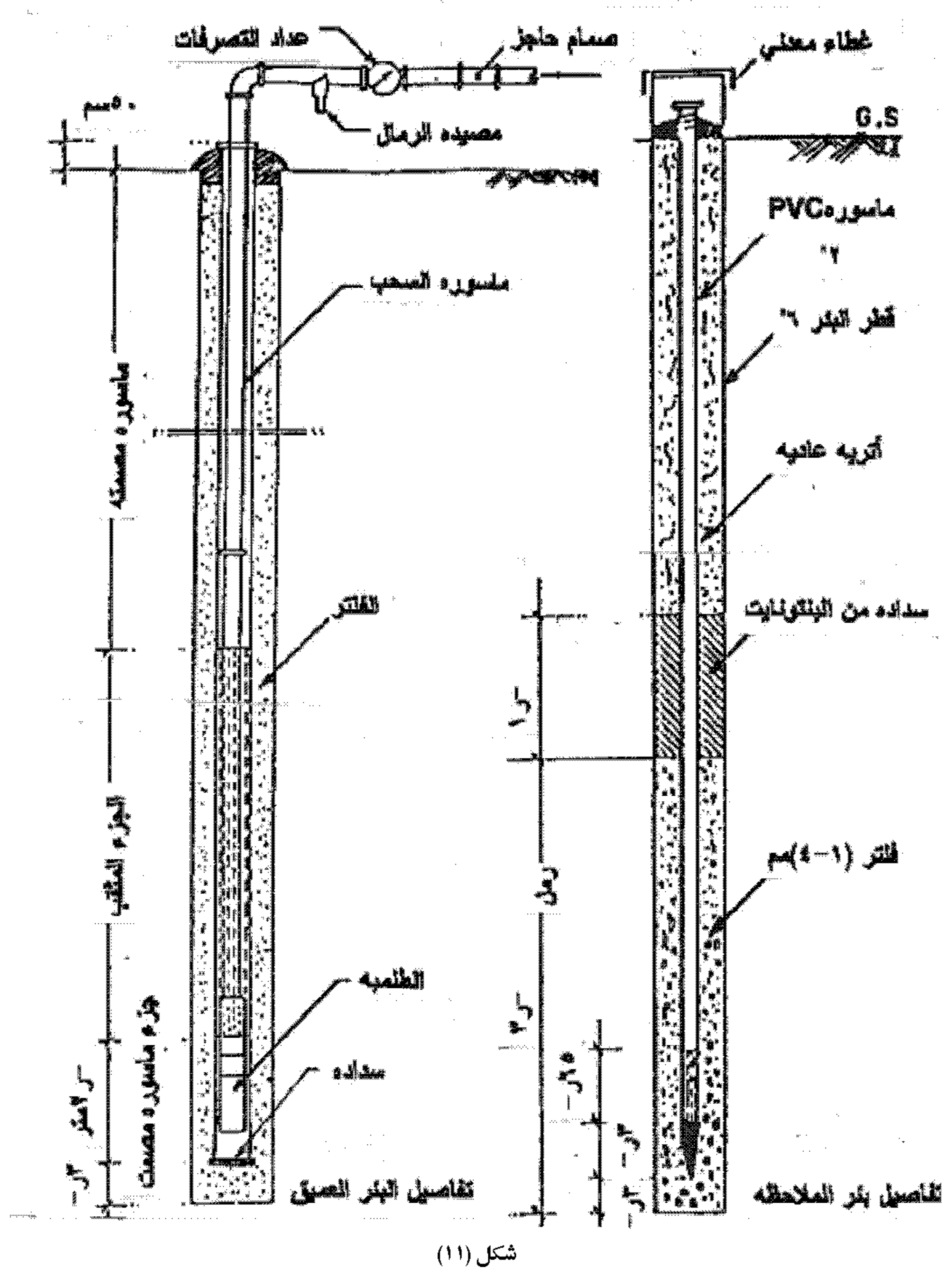
كفاءة الشبك المحيط بالبئر



شكل (١٠)

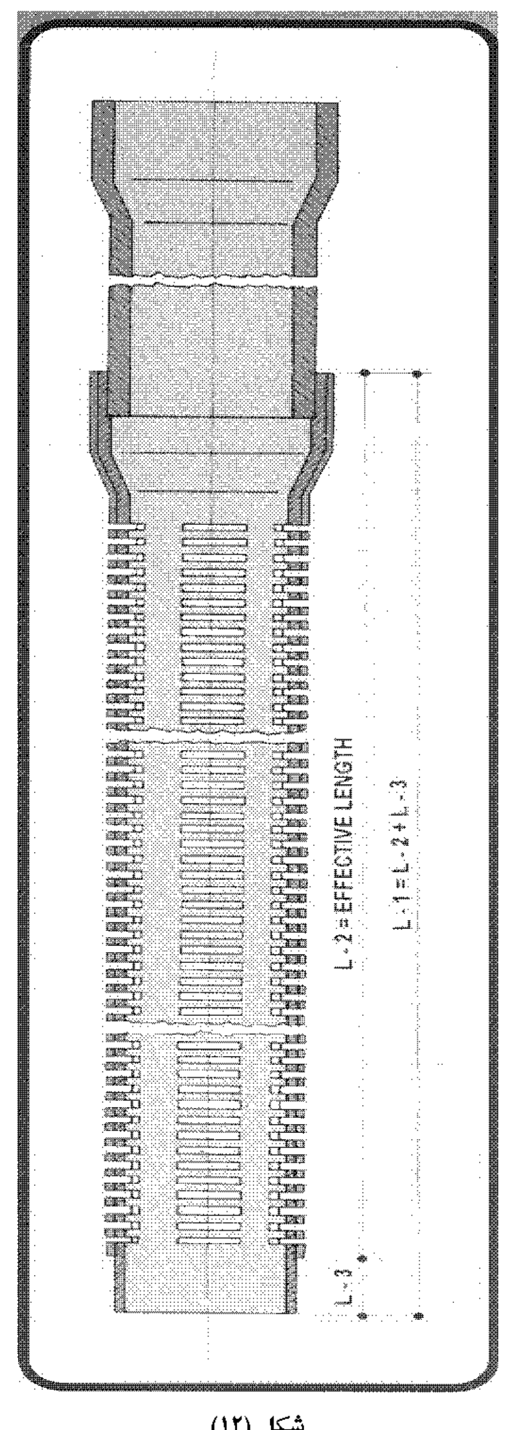
شبكة طراز جونسون – تتميز باتساع المساحة المفتوحة

يستخدم ماسورة للبئر من مادة بولي فينيل كلورايد **PVC** في حالة أحتواء المياه الجوفية علي عناصر مذابة معدنية تتفاعل مع الماسورة الصلب – شكل (١٢) .



شكل (١١)

تفاصيل البئر العميق – وبئر الملاحظة



شكل (١٢)

ماسورة البئر – من مادة PVC

٢ – الطلمبة :

هي طلمبة غاطسة متعددة المراحل – يتم توصيفها علي التصرف المطلوب في الساعة وكذلك الرفع المانومتري . تتصل هذه الطلمبة بمواسير رأسية مجلفنة تصل حتي سطح الأرض . تتصل هذه المواسير مع بعضها بواسطة الفلانشات . يركب علي ماسورة الطرد صمام حاجز و عداد قياس التصرف و مصيدة رمال لحساب كمية الرواسب الخارجة مع المياه و التي يجب ألا تزيد عن ١٥ جزيء / دقيقة ، و أذا زادت يتم رفض البئر وكذلك صمام عدم رجوع ثم خرطوم يصل ماسورة البئر والماسورة المجمعة .

٣ – الماسورة المجمعة :

هي ماسورة تأخذ تصرفات كل الآبار و تصرفها الي أقرب مجري مائي . تصمم هذه الماسورة بقطاع مناسب مع أعتبار أن سرعة المياه = ١ متر / ث . يفضل أن تكون من الصلب أو من الألومنيوم سريعة التوصيل .

٤ – المصدر الكهربائي :

يفضل استخدام كهرباء المدينة لتغذية الطلمبات ، بجانب مصدر كهرباء يعمل بالديزل يعمل كأحتياطي في حالة انقطاع التيار الأصلي ، ويكون ذا قدرة مناسبة لتشغيل الطلمبات . كما يفضل أن يكون متصلا بسكينة لتشغيل النظام فور انقطاع التيار الكهربي .

٥ – حوض الترسيب :

تزود الماسورة المجمعة بحوض ترسيب في نهاية الخط لترسيب جزيئات التربة – يخرج من هذا الحوض خط آخر الي المجري المائي – شكل (١٣) . يصمم الحوض بحيث تكون سرعة المياه لا تتعدي ١١٠ متر / ساعة أو أقل حتي يمكن أن تترسب الحبيبات .

طريقة التنفيذ :

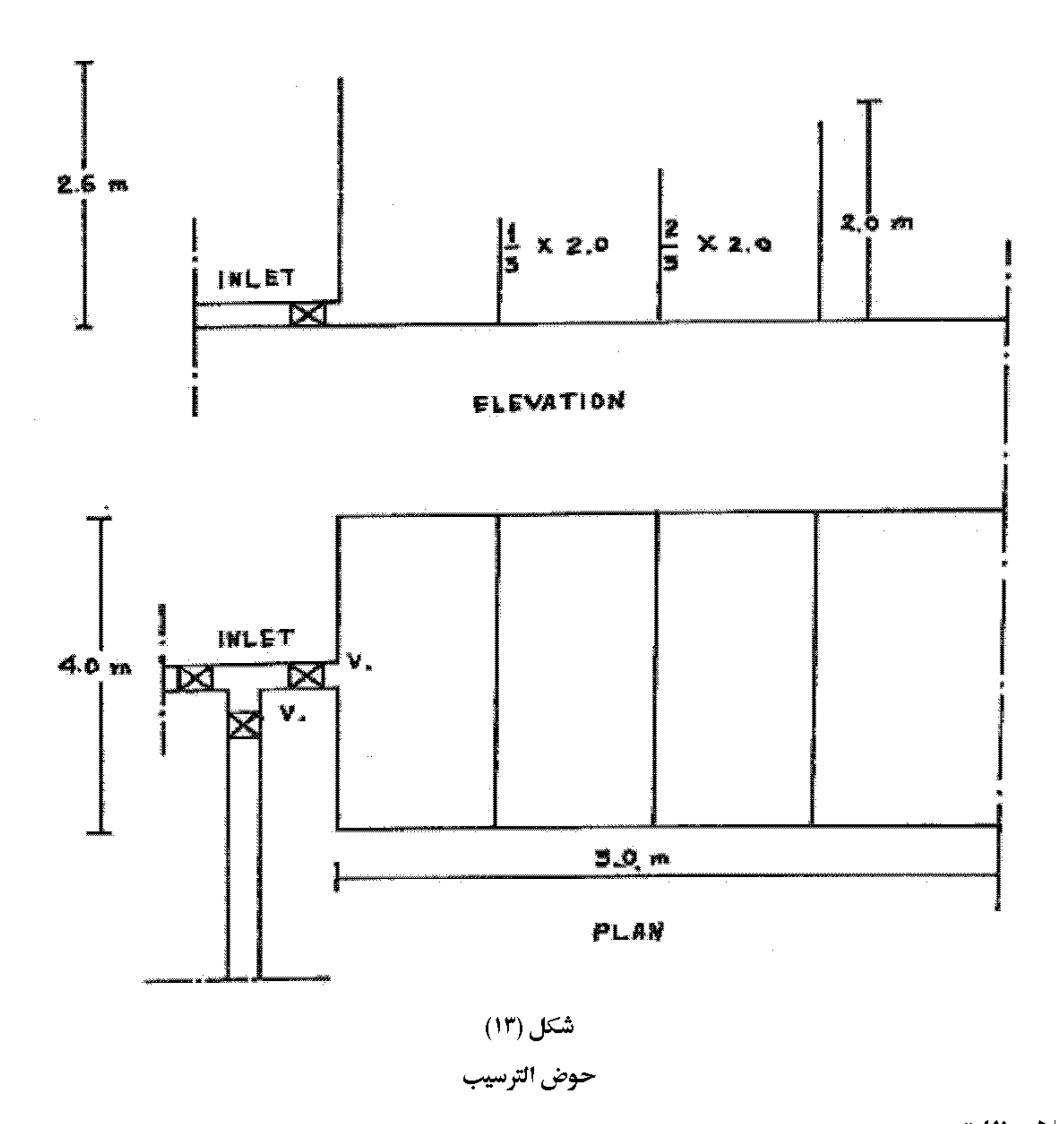
١ – تحدد أماكن الآبار طبقا للتصميمات ثم نبدأ الحفر بواسطة البريمة و القيسون . قطر القيسون يزيد عن قطر البئر بمقدار ١٠ سم . يستمر العمل حتي الوصول الي العمق المطلوب و الذي يجب أن يكون الجزء المثقب داخل طبقة الرمل .

٢ – تنزيل ماسورة البئر داخل ماسورة القيسون – يفضل تزويد ماسورة البئر بزوائد علي البدن الخارجي Spacers حتي تنزل في منتصف القيسون تماما . كما تلقي كمية من زلط الآبار أسفل الماسورة تقدر بمسافه ٣٠ سم .

٣ – يجهز زلط من نوع خاص هو زلط الآبار Pea Gravel ، قطر الحبيبات ١ – ٤مم و يوضع بين ماسورة البئر و القيسون حتي أرتفاع ١ متر فوق الجزء المثقب .

٤ – ترفع ماسورة القيسون الي الخارج . يضغط هواء داخل البئر عن طريق خرطوم ضاغط الهواء للعمل علي نظافة البئر و فتح مسام التربة .

٥ – ننزل الطلمبة متصلا بها المواسير الخاصة بها داخل البئر و تستكمل باقي التركيبات حتي الماسورة المجمعة . في أول تشغيل للطلمبة يتم تشغيل الطلمبة فترات بسيطة – ثلاث دقائق – ثم الأيقاف خمس دقائق ثم التشغيل ثلاث دقائق أخري و هكذا أربع أو خمس مرات . السبب في ذلك أن مسام التربة تكون في حالة أنسداد جزئي ، و بمرور المياه خلال المسام عده مرات فأن مياه الرشح تشق لنفسها مسارات الي البئر مما يزيد في معدلات وصول المياه اليه .



شكل (١٣)
حوض الترسيب

ملاحظات :

١ - تؤخذ عينة من المياه الخارجة من الماسورة المجمعة ووضعها في كأس شفاف و تركها بعض الوقت وذلك بعد بدء العمل بقليل . أذا لوحظ وجود ترسيب عالي لحبيبات التربة ، فنخشي من سحب هذه الجزيئات مع الماء والتسبب في هبوط المنشآت المجاورة مما يلزم أيقاف عملية التجفيف . السبب في ذلك يكون خطأ في تنفيذ أي من الآبار بالموقع . ولهذا يتم أختبار المياه الخارجة من كل بئر ثم أكتشاف البئر الموجود به خطأ . ترفع الطلمبة ثم ماسورة البئر ثم الكشف عن الشبكة و أصلاح العيب . يعاد دق البئر في مكان مجاور .

٢ - بعد أنتهاء الأعمال يمكن رفع مواسير الآبار بواسطة رافع علي أن يكون أتجاه الرفع رأسيا تجنبا لألتواء الماسورة

٣ - يركب عداد قياس التصرف لقياس تصرف كل طلمبة . فأذا كان تصرف الطلمبة = ١٢٠ م٣ / ساعة و أصبح ٦٠ م٣ / ساعة - مثلا - دل ذلك علي أنخفاض كفاءة الطلمبة و يجب تغيرها أو صيانتها.

٤ - يفضل دق بئر ملاحظة Pizometer قطر٢" في الموقع لبيان و متابعة مدي أنخفاض منسوب المياه .

تجربة الضخ بالموقع Pumping test :

يجب عمل تجربة الضخ بالمموقع لغرض تصميم الطلمبات (تصرفات الطلمبة وعددها) ومن ثم الطاقة الكهربية اللازمة للتشغيل .

طريقة التنفيذ :

١ – ينشأ بئر جوفي علي مسار الخط قطر ١٠" داخل قيسون خارجي = ١٦" بطول ٢١ متر . يكون ١٠ متر من ماسورة البئر من سطح الأرض مصمتة ، بينما يكون ١٠ متر أخري مثقبة ثم يكون المتر الأخير مصمت ، كما يتم سد البئر من أسفل بواسطة طبة حديد .

٢ – تنشأ آبار ملاحظة أو آبار جوفية (لأستخدامها فيما بعد) ، علي بعد ٧ متر ، ١٤,٥ متر ، كذلك ٢٥ متر علي التوالي من بئر السحب .

٣ – تركب طلمبة غاطسة في بئر السحب كما يتم تركيب عداد لقياس تصرف الطلمبة الخارج في الساعة ، كما يتم قراة مقدار التخفيض الحادث في آبار الملاحظة (بعد ثبات المنسوب نهائيا – أي بعد قرابة ساعتين).

٤ – يتم تطبيق المعادلات الآتية لاستخراج معامل النفاذية K .

** في حاله الآبار السطحية (العمق من ١٥ – ٣٠متر) ، تطبق المعادلة :

$$Q = ٢ \pi KD (h_٢ - h_١) / Lin (r_٢ / r_١)$$

Or

$$Q = ٢,٧٢ \; KD (h_٢ - h_١) / \log (r_٢ / r_١)$$

حيث :

K معامل النفاذية (متر/ ساعة) .

Q هي تصرف البئر (م٣ / ساعة) .

R نصف قطر دائرة التأثير للبئر (متر).

H عمق المياه قبل الضخ (متر) .

H-h مقدار هبوط المياه داخل البئر أثناء السحب (متر) .

r نصف قطر البئر (متر) .

h عمق المياه في البئر (متر) .

$r_١$ و $r_٢$ مسافة البيزومترات من البئر .

$h_٢$, $h_١$ منسوب المياه في البيزومترات .

وذلك مع فرض الآتي :

** البئر يخترق الطبقة أختراقا كاملا .

** الطبقة تمتد أفقيا الي مسافة لا نهائية .

** الطبقة بسمك ثابت ومتجانسة ومتشابهة الخواص في جميع الأتجاهات.

** مستوي المياه الأرضية أفقي تقريبا.

** الضخ بمعدل ثابت والتصرف من البئر في حالة مستقرة.

ولحساب التصرف من الطبقة الحرة ، تستخدم المعادلة التالية المعروفة بمعادلة (ديبوي):

$$Q = \pi KD (h_٢^{\,٢} - h_١^{\,٢}) / \text{lin}\ (r_٢/r_١)$$

Or

$$\boxed{Q = ١,٣٦\ KD (h_٢^{\,٢} - h_١^{\,٢}) / \log (r_٢ / r_١)}$$

والحالتين السابقتين هما أبسط الأمثلة ، ألا أنه توجد بعض الحالات المعقدة لكثرة المتغيرات كتداخل الآبار وعدم التأكد من معامل النفاذية في الحقل والاختراق الجزئي للآبار والحالة الهيدرولوجية ...

$$Q = ٢\ \pi KD (h_٢ - h_١)\ G / \text{Lin}\ (r_٢/r_١)$$

Or

$$\boxed{Q = ٢,٧٢\ KD\ G (h_٢ - h_١) \log (r_٢ / r_١)}$$

حيث G هو معامل التصحيح للأختراق الجزئي والذي يساوي النسبة بين تصرف بئر ذي أختراق جزئي وتصرف بئر ذي أختراق كامل تحت نفس فرق منسوب المياه في البيزومترات وعند نفس مسافات البيزومترات من البئر.

ويمكن حساب G بدقة أبتدائيه مقبولة لحين أختبار الضخ من المعادلة :

$$C = W/D\ (١ + ٧\ r_w / ٢w \cos \pi\ W / ٢D)$$

حيث W هو عمق الأختراق .

D عمق الطبقة المحصورة .

r_w نصف قطر البئر.

ويعتمد أختيار المعادلات المستخدمة في حساب نزح المياه الجوفية علي الظروف الهيدرولوجية للمنطقة . وتطبق معادلات المياه الجوفية لحالات المياه الجوفية في الطبقات الحرة أو المحصورة أو شبه المحصورة أو التسربية مع حساب الأختراق الجزئي وكذلك الأخذ في الأعتبار أقتصاديات المشروع.

مثـال :

مطلوب عمل تجربة ضخ بأحد المواقع لاستخراج معامل النفاذية K ، علما بأن سمك الطبقة المياه المراد خفضها = ٦,٧٥ مترا ، ويضاف ٠,٥ متر مسافة أمان ليكون الأجمالي ٧,٢٥ متر .

الحـل :

١ - يتم عمل بئر للسحب وكذلك البيزومترات كما ذكر في بند رقم ١ . كما يتم إنشاء البيزومترات كما ذكر في بند رقم ٢ .

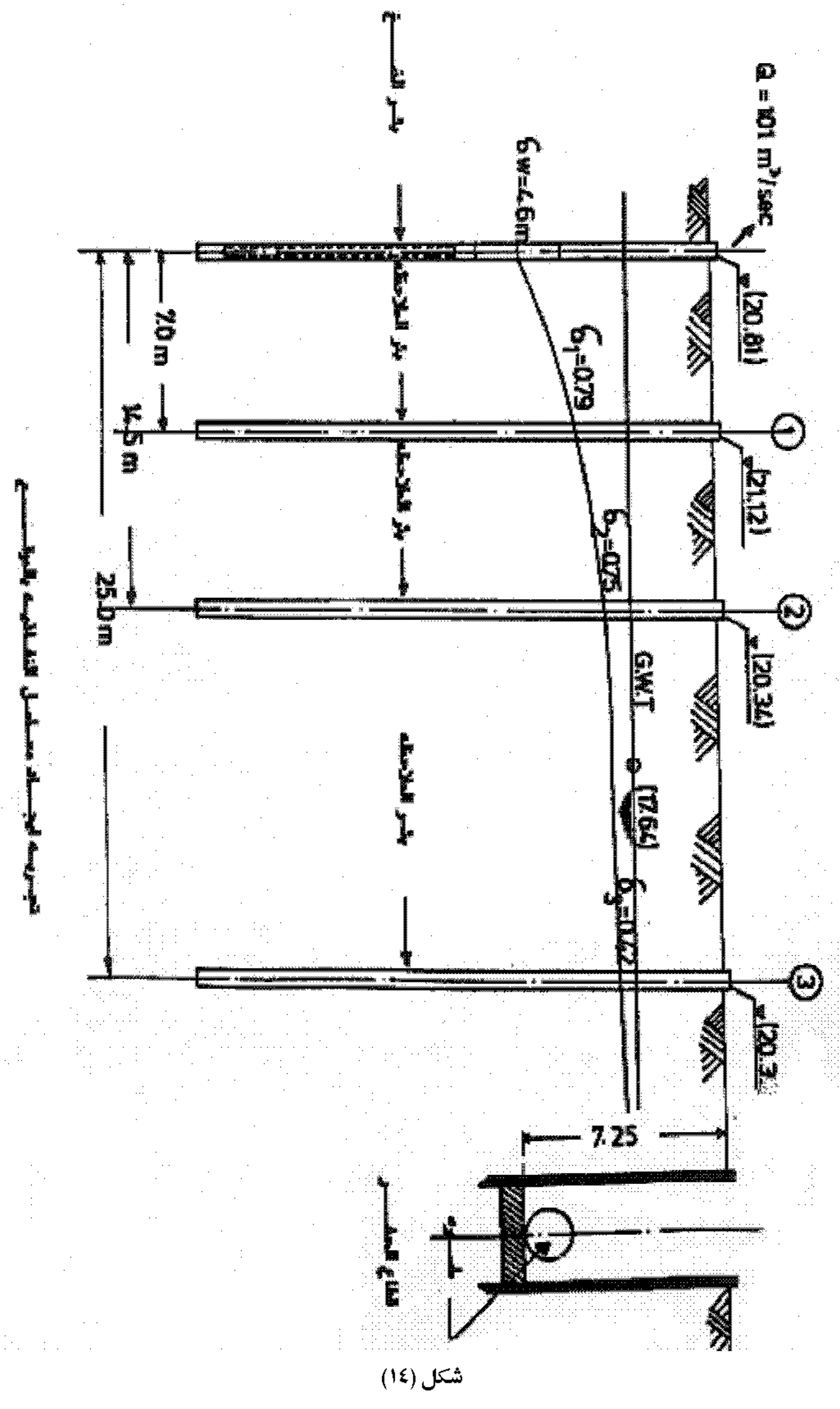
٢ - تركب طلمبة غاطسة داخل بئر السحب و مزودة بعداد لقياس التصرف Flow Meter - شكل (١٤) .

كانت قراءات تجربة الضخ بالموقع كما يلي :

الزمن	قراءة عداد الطلمبة	المدة (دقائق)	بئر السحب (الهبوط)	بئر الرصد رقم (١)	بئر الرصد رقم (٢)	بئر الرصد رقم (٣)	التصرف م٢ / ساعة
١١,٣٠	٧٩٩٣	–	–	–	–	–	
–	–	١٠	–	٠,٦٩	٠,٤٤	٠,٣٦	–
–	٨٠٢٠	١٥	–	٠,٧١	٠,٤٧	٠,٣٤	١٠٨
–	٨٠٤٥,٣	٣٠	–	٠,٧٢	٠,٤٨	٠,٣٥	١٠٤,٦
–	٨٠٩٦	٦٠	٤,٦	٠,٧٦	٠,٥٦	٠,٣٩	١٠٣
١,٠	٨١٤٦,٥	٩٠	–	٠,٧٥	٠,٥٥	٠,٤٢	١٠٢,٣
–	٨١٩٧,٥	١٢٠	–	٠,٧٦	٠,٥٥	٠,٤٢	١٠٢,٢٥
٢,٠	٨٢٤٨	١٥٠	–	٠,٧٦	٠,٥٥	٠,٤٣	١٠٢
–	٨٢٩٨	١٨٠	٤,٦	٠,٧٩	٠,٥٨	٠,٤٣	١٠١,٧
٣,٠	٨٣٤٨,٦	٢١٠	–	٠,٧٩	٠,٥٨	٠,٤٢	١٠١,٦
–	٨٣٩٩	٢٤٠	–	٠,٧٩	٠,٥٧	٠,٤٢	١٠١,٥
٤	٨٤٤٩	٢٧٠	–	٠,٧٩	٠,٥٧	٠,٤٢	١٠١,٣
٤,٣٠	٨٥٠٠	٣٠٠	٤,٦	٠,٧٩	٠,٥٧	٠,٤٢	١٠١,٤
المتوسط			٤,٦	٠,٧٩	٠,٥٧	٠,٤٢	١٠٢

وقد حصلنا في نهاية التجربة علي النتائج التالية :

مسافة بئر الرصد من بئر السحب (متر)	٧	١٤,٥	٢٥
مقدار خفض المياه (متر)	٠,٧٩	٠,٥٧	٠,٤٢



شكل (١٤)

منحني الهبوط أثناء تجربة الضخ

بتطبيق المعادلة الخاصة بالآبار السطحية (بين النقطة (٢) والنقطة (٣) لإستنتاج K وبالرجوع الي شكل (١٣) ، والتطبيق في المعادلة (١) يمكن إستنتاج معامل النفاذية (K).

$$Q = ١,٣٦\ K(H_٢ - h_٢) / Log_{١٠} (R / r) \qquad (١)$$

$$٨٥,٦ = ١,٣٦K \{ (١٨,٤ - ٠,٥٧)^٢ - (١٨,٤ - ٠,٧٩)^٢ \} / Log\ (١٤,٥ / ٧)$$

$$k = ٢,٦٤ m / h$$

بتطبيق المعادلة رقم (١) لإستنتاج قيمه R نصف قطر دائره التأثير:

$$٨٥,٦ = ١,٣٦K \{ (١٨,٤ - ٠,٥٧)^٢ - (١٨,٤ - ٠,٧٩)^٢ \} / Log_{١٠} (R / ٧)$$

$$R = ١٠٠,٧٢٣\ m$$

بفرض أن طول الجزء المراد تجفيفه D = وأن سمك الطبقة الحاملة للمياه= T

بتطبيق المعادلة:

$$Q_T = ٢,٧٢\ K.D.T\ (H - h) / Log_{١٠}\ R / r$$

يكون التصرف الكلي:

$$Q_T = ١٣٩٠\ m^٣/h$$

بأخذ معامل أمان = ٣٥٪ يكون التصرف الكلي للجزء المطلوب تجفيفة :

$$Q_T = ١٣٩٠ \times ١,٣٥ = ١٨٧٦,٥\ m^٣ / h$$

بفرض أن تصرف الطلمبة = ١٢٠م ٣ / ساعة.

يكون عدد الطلمبات المطلوبة = ١٨٧٦,٥ ÷ ١٢٠ = ١٦ طلمبة.

يضاف الي العدد السابق طلمبة قبل بداية الفرعة وطلمبة بعد نهاية الفرعة ، يكون عدد الطلمبات المطلوبة لهذا العمل = ١٨ طلمبة .

تكون مواصفات الطلمبة كما يلي:

تصرف الطلمبة = ١٢٠ م٣ / ساعة.

الرافع المانومتري = ٢٥ متر.

حساب مقدار إنخفاض المياه داخل بئر ما عند النقطة (أ) ، وتأثير الآبار الأخري المجاورة عليه:

مقدار تخفيض المياه في النقطة (أ) بمعلومية K وبتطبيق المعادلات :

رقم البئر	المسافة من النقطه (أ) (متر)	مقدر الأنخفاض في منسوب مياه الرشح (متر)
١	٤	١,١٩
٢	٤	١,١٩
٣	١٠,٧	٠,٨٥٦
٤	١٧,٦	٠,٦٨٦
٥	٢٤,١	٠,٥٧٩
٦	٣١	٠,٤٩٣
٧	٣٨	٠,٤٢٤
٨	٤٥	٠,٣٦٧
٩	٥٢	٠,٣١٧
١٠	٥٩	٠,٢٧٤
١١	٦٦	٠,٢٣٦
١٢	٧٣	٠,٢٠٢
١٣	٨٠	٠,١٧١
١٤	٨٧	٠,١٤٢
١٥	٩٤	٠,١١٦
١٦	١٠١	٠,٠٩١
١٧	١٠٨	٠,٠٦٨
١٨	١١٥	٠,٠٤٧
١٩	١٢٢	٠,٠٢٧
المجموع		٧,٤٨ مترا

التخفيض المتوقع = ٧,٤٨ متر ، (أكبر من ٧,٢٥ متر) .

مقدار تخفيض المياه في النقطة (ب):

رقم البئر	المسافة من نقطة (أ) (متر)	مقدار الإنخفاض في منسوب مياه الرشح (متر)
١	٦٣	٠,٢٥٢
٢	٥٦	٠,٢٩٣
٣	٤٩	٠,٣٣٧
٤	٤٢	٠,٣٩٠
٥	٣٥	٠,٤٥٢
٦	٢٨	٠,٥٢٨
٧	٢١,١	٠,٦٢٤
٨	١٤,١	٠,٧٦٢
٩	٧,٢٨	٠,٩٨٧
١٠	٢	١,٤٢٧
١١	٧,٢٨	٠,٩٨٧
١٢	١٤,١	٠,٧٦٢
١٣	٢١,١	٠,٦٢٤
١٤	٢٨	٠,٨٢٨
١٥	٣٥	٠,٤٥٢
١٦	٤٢	٠,٣٩
١٧	٤٩	٠,٣٣٧
١٨	٥٦	٠,٢٩٢
١٩	٦٣	٠,٢٥٢
المجموع		١٠,٦٧٥

التخفيض المتوقع = ١٠,٦٧٥ متر ، (أكبر من ٧,٢٥ متر)

وكمعلومة أسترشادية ، يوضح الجدول التالي القيمة التقريبية لمعامل النفاذية بالنسبة لنوع التربة .

مكونات التربة	معامل النفاذية (K) متر / يوم
تربة طينية سطحية	٠,٠١ – ٠,٢
تربة طينية عميقة	$١٠^{-٨}$ – $١٠^{-٢}$
تربة طفلية سطحية	٠,١ – ١
تربة رملية ناعمة	١ – ٥
تربة من الرمل المتوسط	٥ – ٢٠
تربة من الرمل الخشن	٢٠ – ١٠٠
تربة زلطية	٥ – ١٠٠
تربة طينية رملية زلطية	٠,٠٠١ – ٠,١
تربة من الحجر الرملي	٠,٠٠١ – ١
تربة من الصخور الكربونية	٠,٠١ – ١
تربة من الصخور الصلصالية	$١٠^{-٧}$
تربة صخرية كثيفة	أقل من $١٠^{-٥}$
تربة صخرية غير كثيفة	٠,٠٠١ – ٣٠٠
تربة من الصخور البركانية	صفر – ١٠٠٠

الآبار المستقبلة للمياه Recharge Wells:

تنشأ هذه الآبار للأغراض التالية :

١ – ضبط مناسيب المياه الأرضية ، ففي حالة وجود أي عملية انزح المياه الجوفية بالمنطقة والتي يترتب عليها أنخفاض منسوب المياه الجوفية بالمنطقة مما يحدث هبوطا في مناسيب مياه الرشح أسفل أساسات المباني مما يسبب هبوطا للمبني . وأنشاء هذا البئر ودفق المياه داخله لتعويض أي فارق في مناسيب مياه الرشح وملاشاة أية أضرار قد تحدث للمباني .

٢ – حالة الأضطرار لنزح المياه الجوفية من أي مشروع وعدم وجود مجري مائي أو مطبق مجاري للصرف عليه ، ولكن يتم ذلك يتم بعد دراسة جيوتكنيكية للموقع .

يصمم هذا البئر بنفس الطريقة التي يصمم بها البئر العميق –شكل (١٥) مع ضرورة وضع مواد غير منفذة لسد مخارج المياه مثل الخرسانة أو مواد حقن ليمكن للبئر أستيعاب كمية أكبر من المياه .

كما يختلف أيضا عن البئر العميق في أن فتحات المصافي أكبر لتسهيل خروج أكبر للمياه .

قد يتم دفق المياه مباشرة من الماسورة المجمعة الي البئر ولكن يفضل عمل حوض ترسيب قبل دخول المياه الي البئر للتخلص من أية حبيبات أو عوالق قد تحتويها المياه تتسبب في غلق مسام التربة حول البئر – شكل (١٦) .

ملاحظات :

١ – يفضل ضخ بعض المياه من البئر كل فترة لفتح مسام التربة وأستعادة كفاءة البئر .

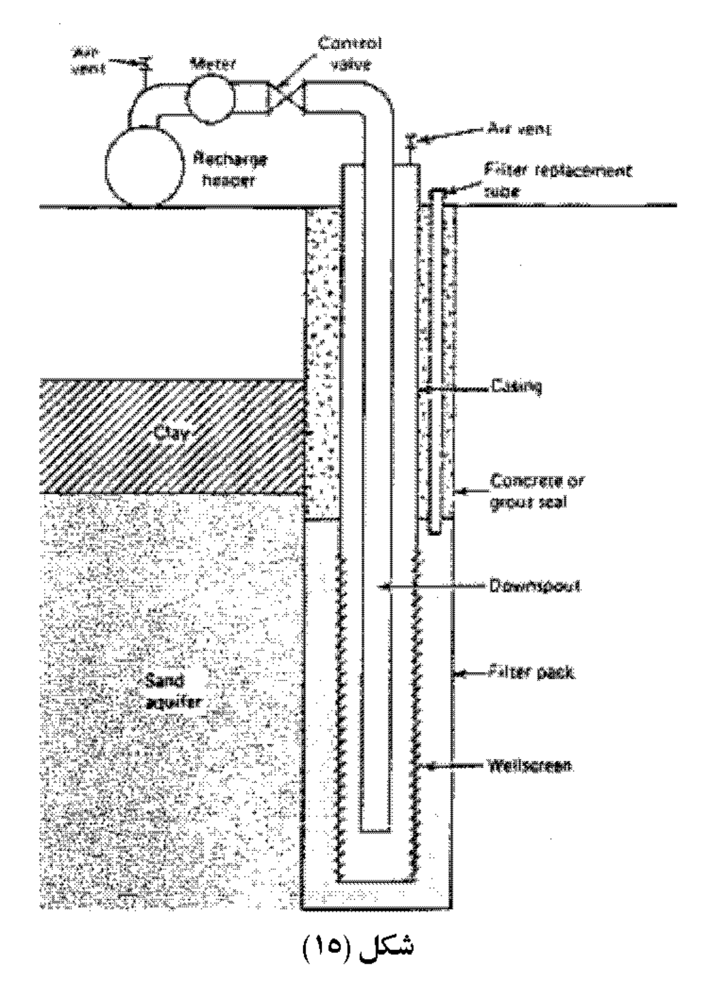
٢ – يمكن أن تكون طبقات الرمل حول البئر هي نفسها الفلتر المحيط بالبئر .

٣ – أن تكون المياه خالية من الميكروبات والجراثيم حتي لا تلوث المياه الجوفية .

٤ – يجب أخذ موافقات الجهات المعنية قبل دفق المياه الي البئر .

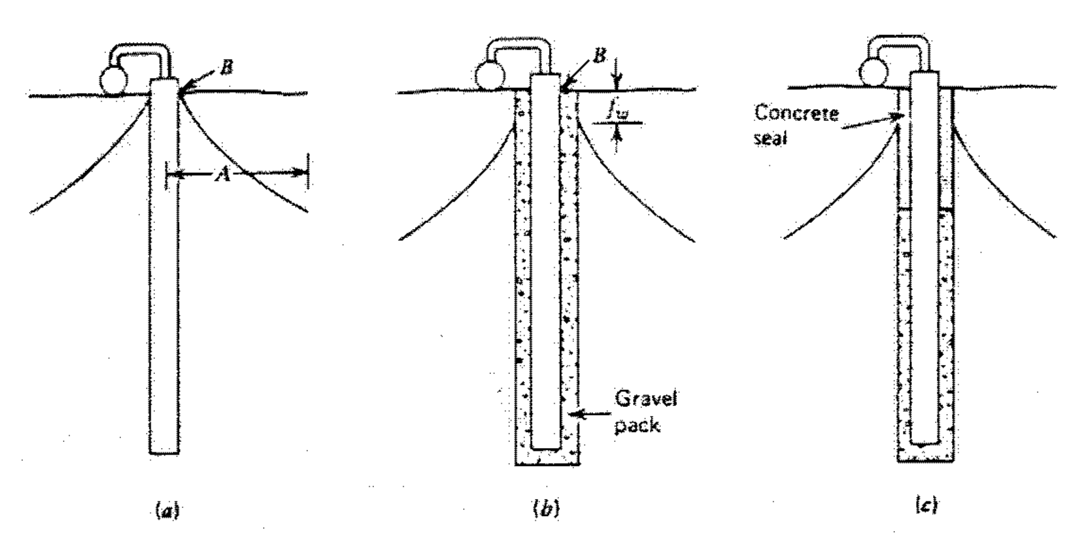
٥ – يراعي تزويد البئر بصمام هواء قبل خزان الترسيب . هذا الخزان مصمم لكسر وتهدئة سرعة المياه لتذهب هادئة بسرعة ٣٠ سم / ث وترسب أية حبيبات قد تكون علقت بالمياه .

٦ – يجب مراقبة مناسيب المياه بالمنطقة بعدد من البيزومترات حول البئر المستقبل للمياه .



شكل (١٥)

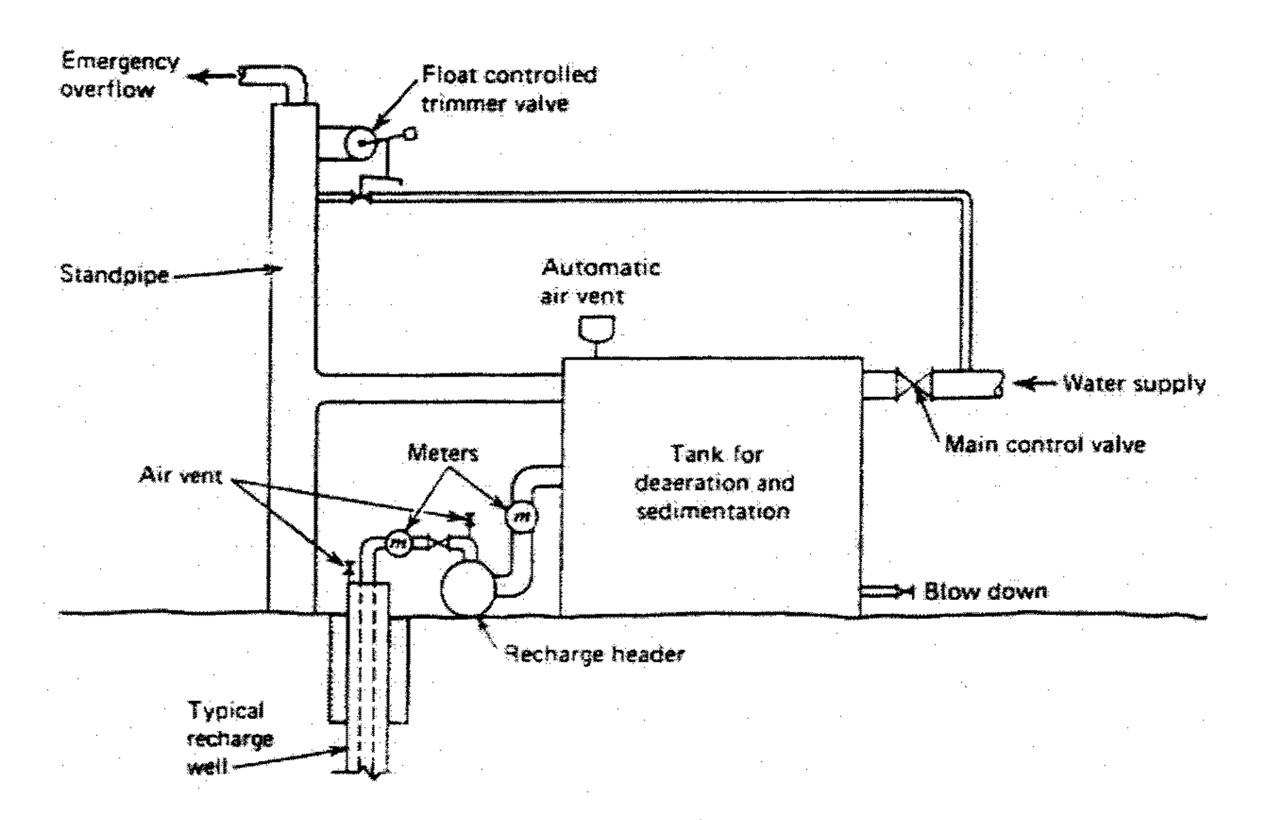
تفاصيل البئر المستقبل للمياه



A بئر بدون أحتكاك B بئر عادي C بئر بسدادة خرسانية

شكل (١٥)

البئر المستقبل للمياه



شكل (١٦)

خزان الترسيب لحجز الرواسب قبل الدخول علي البئر المستقبل للمياه

الجزء الثاني

مقاومة المياه الجوفية

الطرق الخاصة

حقن التربة تجميد التربة النزح الأسموزي الكهربي

الطرق الخاصة لمقاومة المياه الجوفية :

سنعرض في هذا المجال الطرق الخاصة لمقاومة المياه الجوفية ، وتتلخص هذه الطرق في :

١ – حقن التربة **Soil Grouting** .

٢ – تبريد التربة **Ground Freezing** .

٣ – نزح المياه بطريقة النزح الأسموزي الكهربي **Electro Osmosis** .

أولا : حقن التربة :

الغرض من عملية الحقن :

١ – تحسين الخواص الميكانيكية للتربة .

٢ – تقوية التربة .

٣ – تحسين خواص تقليل نفاذية الماء .

٤ – تثبيت الرمال المتحركة بملء الفراغات بالكيمـــــاويات . يفيد هذ الأمر في تنفيذ الأ نفاق .

٥ – ملء الفراغات خارج الأ نفاق .

٦ – ملء وحقن فراغات الخرسانة .

العوامل المؤثرة علي عملية الحقن :

١ – أختلاف نفاذية طبقات التربة Variation In Permeability :

حيث تتخلل مواد الحقن في المسار الأسهل لها وسط حبيبات التربة ، فيمكن أن تمتلء طبقة ذات نفاذية عالية دون طبقة أخري ذات نفاذية ضعيفة .

٢ – المياه الجارية Moving Water :

تقوم المياه الجارية بحمل حبيبات مواد الحقن بعيدا عن مكان الحقن بالأضافة الي تخفيف تركيزها ، الأمر الذي يتسبب في ضعفها .

٣ – الشقوق داخل طبقات التربة Soil Splitting :

و فيها تقوم مواد الحقن بعمل شقوق و فتحات في الأرض أو الصخر خاصة عند الحقن عند ضغط كبير و علي عمق بسيط . يحدث ذلك أيضا أذا كان ضغط الحقن أكبر من أجهاد التربة . يتسبب هذا الأمر في أهدار بعض مواد الحقن .

أنواع الحقن :

١ – الحقن بالأسمنت Cement Grout :

و هو من أوائل المواد المستخدمة في أعمال الحقن . كما يستخدم الأسمنت مضافا اليه البنتونايت لأعطاء المحلول مزيدا من اللزوجه و الشحومية بالأضافة الي تأخير زمن الشك . تضاف بعض الكيماويات الأخري للتحكم في زمن الشك وزمن الوصول الي القوة النهائية كما يضاف الرمل كمادة مالئة ، وهو مناسب لملء شقوق الصخور و مسام طبقات التربة الرملية و الزلطية .

٢ – البنتونايت + الأسمنت Bentonite Cement :

للحصول علي مواد حقن رخيصة يمكن حقنها في الطين الناعم و الطين المتماسك ولا يستخدم للطبقات الرملية .

٣ – الحقن بالمواد الكيماوية Chemical Grouts :

أشهر هذه المواد هي سيليكات الصوديوم ثم يليها مادة كلوريد الكالسيوم ليكونا مادة جيلا تينية داخل مسام التربة . يمكن أن تضاف بعض المواد للتحكم في فتره الشك النهائي للمادة . الجدول رقم (١) يوضح فكرة مبسطة لمواد وطرق الحقن وكذلك مجال التنفيذ ومجال التطبيق :

جدول (١)

طريقة الحقن PROCESS	مواد الحقن Materials – Mixture -Admixtures	طريقة التنفيذ Procedure	مجال التطبيق Applicability
الحقن بالأسمنت	تكون نسبة المياه : الأسمنت من ١:١ الي ٤ : ١ . يخلط البنتونايت والسيليكا مع الخليط لتقليل النضح والأنفصال الحبيبي . كذلك تضاف مادة Lingo Sulphonate لتسهيل عملية الحقن .	تحقن تحت ضغط منخفض لعمل قميص من الحقن أو تحت ضغط عالي لعمل ستارة عميقة من الحقن . نسبة م / س ونوع الأسمنت والأضافات تحدد بالموقع لتلائم الظروف .	يستخدم لحقن طبقات الرمل المدموك ذو قطر حبيبات D١٠ = ١,٢ مم أو الرمل السائب ذو قطر حبيبات D١٠ = ٠,٨ مم أو الرمل الحرش ذو قطر حبيبات D١٠ أقل من ١ مم . لا يستخدم لحقن الفراغات الكبيرة مع وجود مياه جارية.
مستحلب البيتومين	حبيبات البيتومين بقطر من ٠,٠٠١ الي ٠,٠٠٥ مم تنتشر بالماء ، يضاف حامض الفورميك لأحداث الترويب .	تتأثر عملية الترويب Coagulation بالكيماويات الموجودة بالتربة أو المياه الأرضية . ينصح بالعناية والحرص أثناء العمل .	يستخدم لخفض نفاذية طبقات الرمل ذات حبيبات D١٠ أقل من ٠,١ مم .
الحقن بسيليكات الصوديوم – مرحلة واحدة	سيليكات الصوديوم + مادة لأحداث التصلب مثل ألومينات الصوديوم المذابة في الماء	يتم عمل خليط من سيليكات الصوديم والمادة المحدثة للتصلب للحصول علي زمن مناسب للتصلب من بضع دقائق الي عدة ساعات . يتم الحقن حلال مواسير الحقن .	يستخدم لخفض نفاذية طبقات الرمل ذات قطر حبيباتD١٠ أقل من ٠,٨ مم .

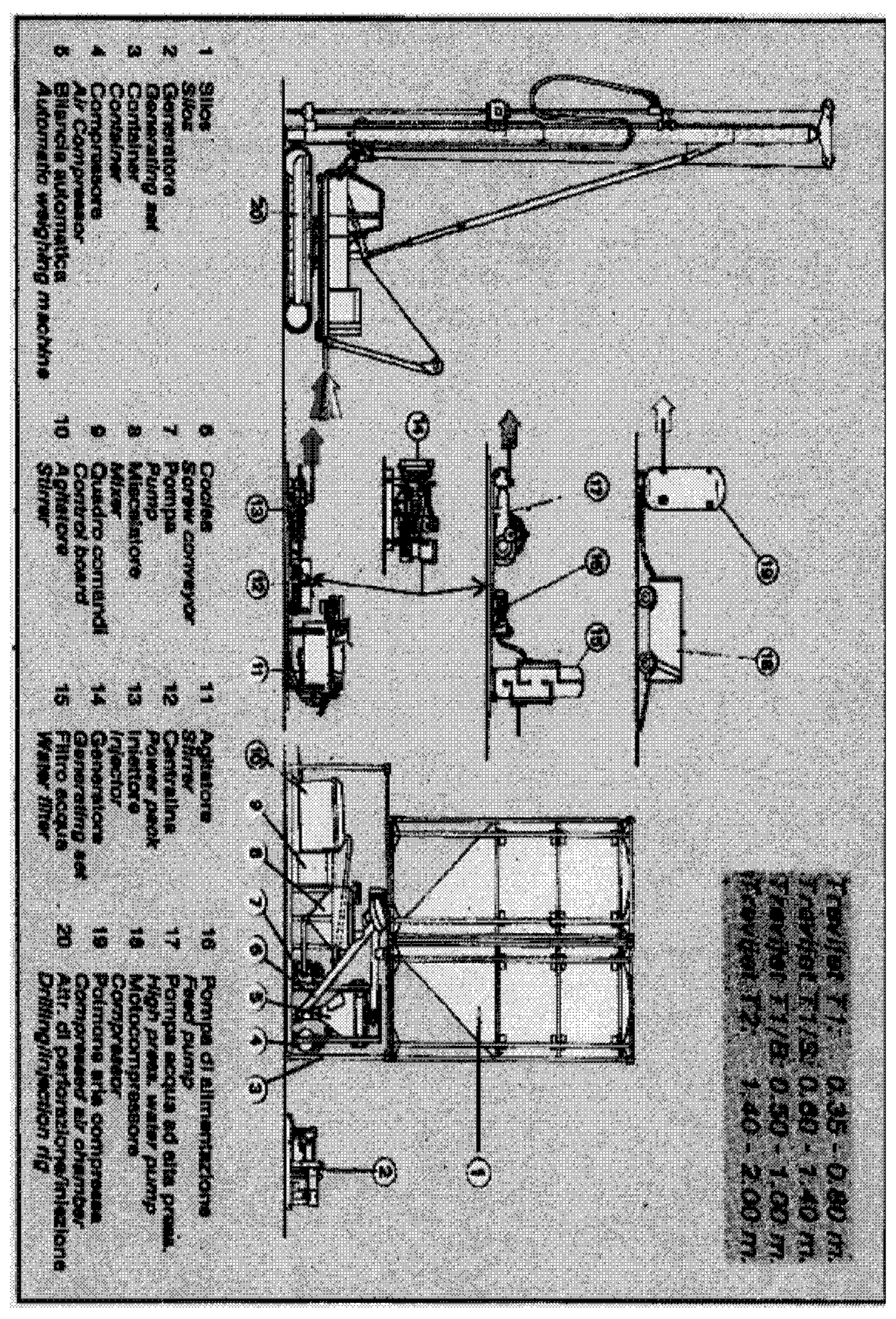
الحقن بسيليكات الصوديوم – علي مرحلتين	خليط من سيليكات الصوديوم وكلوريد الكالسيوم .	حقن السائلين علي التوالي ، يتم التفاعل بينهما علي الفور وتترسب سليكات الكالسيوم داخل الفراغات .	يستخدم لحقن الطبقات الرملية ذات قطر حبيبات D١٠ أقل من ٠,٨ مم لتقليل نفاذيتها.
أكريل أمايد	٥ – ١٠ ٪ مذاب في الماء مع مادة مساعدة للتحكم في تكوين الجيلاتين مثل بيرسلفات الأمونيوم أو ثيوسلفات الصوديوم .	الحقن خلال ماسورة مثقبة Perforated Injection Point . زمن التصلب يتراوح بين دقيقة الي ساعة .	يستخدم لحقن طبقات الرمل والسيلت ، قطر الحبيبات D١٠ أقل من ٠,٠١٣ مم . يمكن أن يستخدم مع وجود مياه جارية .
لجنين الكروم Chrome Lignin (مواد عضوية)	خليط من Ligno Sulphate وملح Hexa Valent Chromium مع مركبات أخري .	تحقن لتربة مع زمن شك يتراوح من دقيقة الي عدة ساعات وذلك بالتحكم في نسبة المياه . تتناسب مقاومة الحقن عكسيا مع كمية المياه .	يستخدم لخفض نفاذية طبقلت الرمل التي تكون قطر حبيباتها D١٠ أقل من ٠,٠٨ مم .
الحقن بارمل والأسمنت .	تتراوح نسبة الرمل : الأسمنت من ٢ : ١ الي ١٠ : ١ . يمكن أضافة البنتونايت أو الرماد المتطاير لتقليل الأنفصال الحبيبي وتحسين قابلية الضخ . تكون نسبة المياه : الأسمنت ٢ : ١ الي ٥ : ١ بالحجم .	كمية المياه المطلوبة لتحسين قابلية الضخ Pump ability تتغير مع تغير نسبة الرمل : الأسمنت . يكون حجم المياه + الأسمنت : حجم لرمال = ١ : ٣ .	يستخدم لحقن الفجوات الكبيرة أسفل الأساسات وكذلك الفجوات في طبقات الصخور وحول الأنفاق ، أضافة لحقن الطبقة الزلطية التي يكون قطر حبيباتها حوالي ٢٠ مم . تتغير قوة الحقن بنسبة وجود المياه وتتراوح من ١٠٠ : ٧٠٠ باوند / البوصة المربعة .
الحقن بمادة الطمي والأسمنت.	نسبة الطمي : الأسمنت = ٣ : ١ حتي ٨ : ١ ، ونسبة المياه : الطمي = ٠,٧٥ : ١ حتي ٢ : ١ بالحجم . نسبة المياه : الأسمنت = ٣ : ١ الي ١٠ : ١ بالحجم .	تأخر زمن الشك، يمكن أستمرار عملية الحقن بشكل متقطع أو متواصل . يتم هز الطمي للتخلص من الحبيبا الكبيرة .	حقن الطبقات الرملية ذات الفراغات الكبيرة نسبيا . تعتمد قوة الحقن علي نسبة المياه : الأسمنت .
الحقن بخليط البنتونايت والطمي .	الطمي مع مادة مروبة مثل سلفات الألومنيوم لجعل مواد الحقن معلق بعد عملية الحقن . نسبة المياه : الطمي تعتمد علي كفاءة الضخ .	يضغط الخليط بمواسير الحقن . يجب تحديد نسبة الخلط التي يمكن ضخها بسهولة. وفي بعض الظروف الخاصة ، يتم حقن خليط من السيلت لطبقات الطفلة ذات الفجوات والنفاذية العالية أو الشروخ	يستخدم لحقن التربة الرملية والتي يتراوح قطر حبيباتها من ٠,٢ الي ١ مم ، تنخفض نفاذية طبقات الأرض . يمكن زوال مواد الحقن بفعل تحرك المياه الجوفية .

جدول رقم (٢) يحدد أنواع وإستخدامات مواد حقن التربة :

جدول رقم (٢)

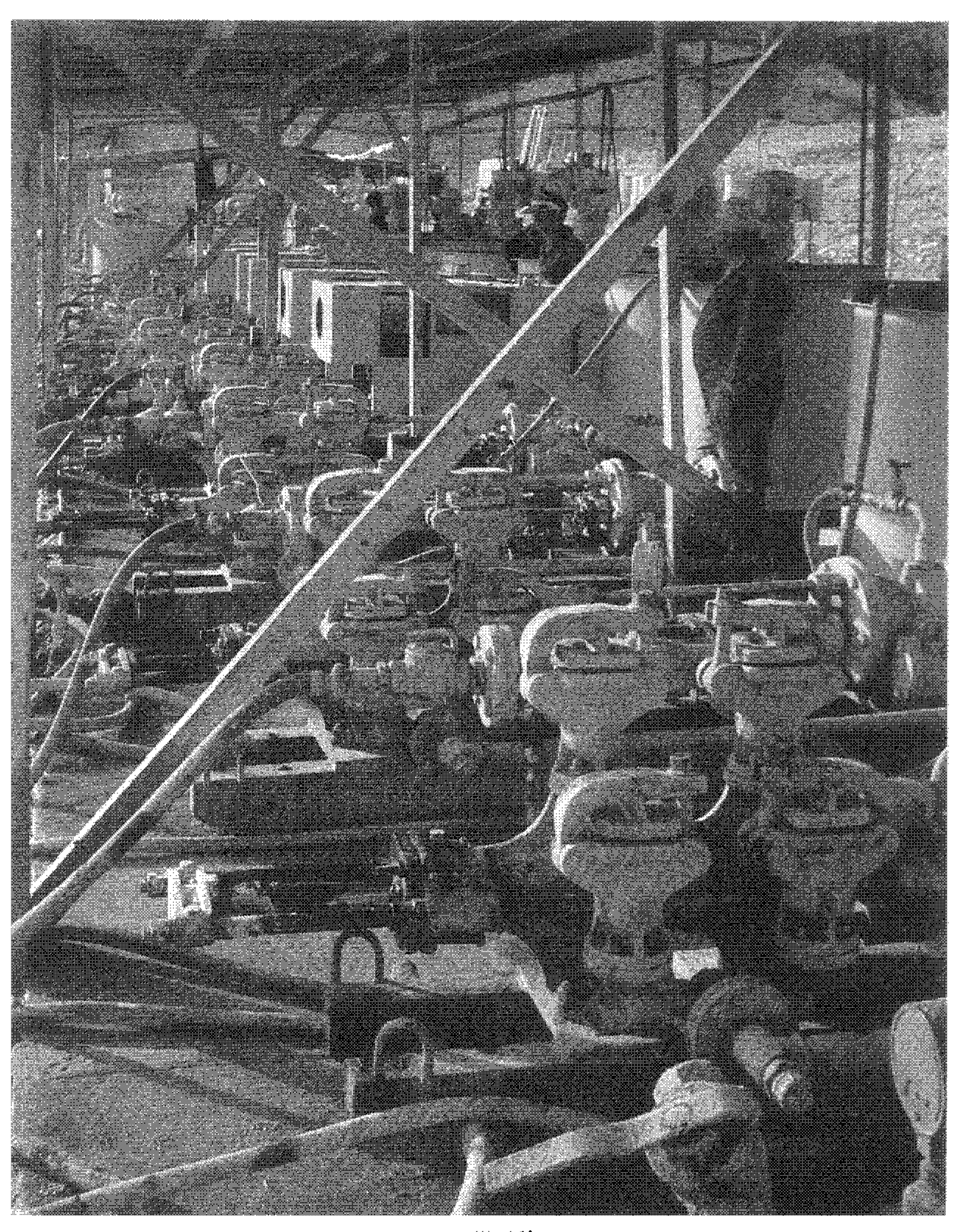
نوع مادة الحقن	أسمنت	أسمنت + بنتونايت	بنتونايت	كيمـــــاويات			مواد حقن مهواه	
				راتنج عضوي	سليكات الصوديوم			
					متماسكة	سائلة	عضوية	أسمنت
الحالة State	معلق Suspension			سوائل Liquids			مستحلبات مهواه Aerated emulsions	
	غير متماسك	متماسك						
مدي الأستخدام Range of use	صخور مفتته	معامل النفاذية (رمل - زلط) (K) أكبر من					فجوات	مياه متدفقة
		$٥×١٠^{-٤}$	$١٠^{-٤}$	$١٠^{-٥}$	$١٠^{-٤}$	$١٠^{-٦}$		
التحكم في الحقن	ضغط الحقن حتي الممانعة	كميات محسوبة Calculated quantities					ملء الفجوات Cavity filling	
التكلفه النسبية لملء ١ م٣ من فراغات التربة	٤	١	١	٢ - ٤	٦	١٠ - ٥٠٠	١	١٠

آلات ومعدات الحقن - شكل (١) .



شكل (١)

آلة الثقب وحقن التربة



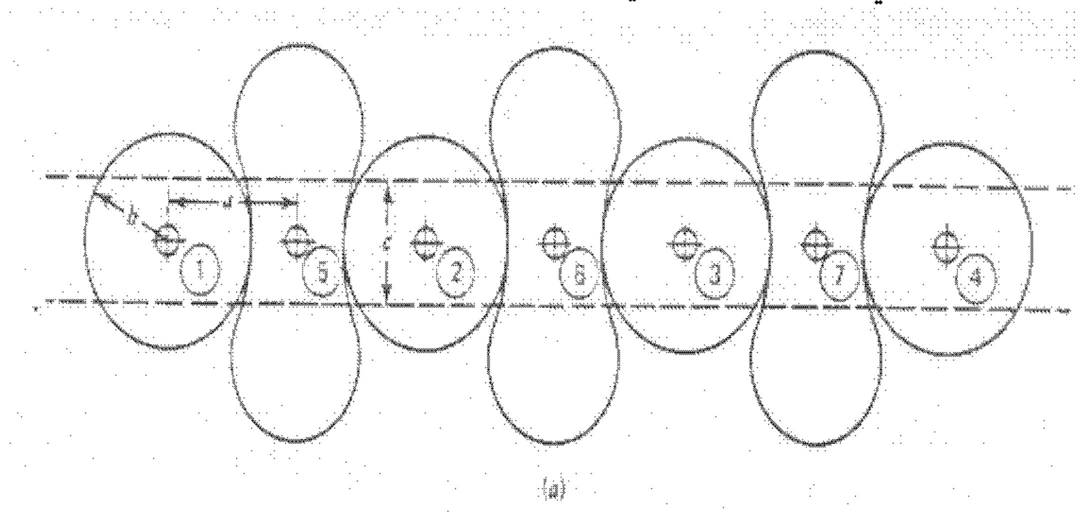
شكل (١)

المعدات المركزية حقن التربة

طرق الحقن :

الطريقة الأولي للحقن .:

حقن الستارة بصف واحد من ثقوب الحقن . يحقن الثقب رقم (١) ثم الثقب رقم (٢) ثم الثقب رقم (٣) ثم الثقب رقم (٤) . نجد أن مجال الحقن لكل ثقب هو أسطوانة رأسية نصف قطرها (b) ، ثم يتم حقن الثقب رقم(٥) ثم رقم (٦) ثم رقم (٧) . نستكمل حقن الستارة علي أن يتم تحديد كمية مواد الحقن في كل ثقب أو حتي لا يقبل الثقب أي حقن آخر و بشرط عدم شق طبقات التربة . نحصل علي ستارة بسمك (c) و الذي يجب أن يكون أقـــل من المسافة (a) - شكل (٢) .

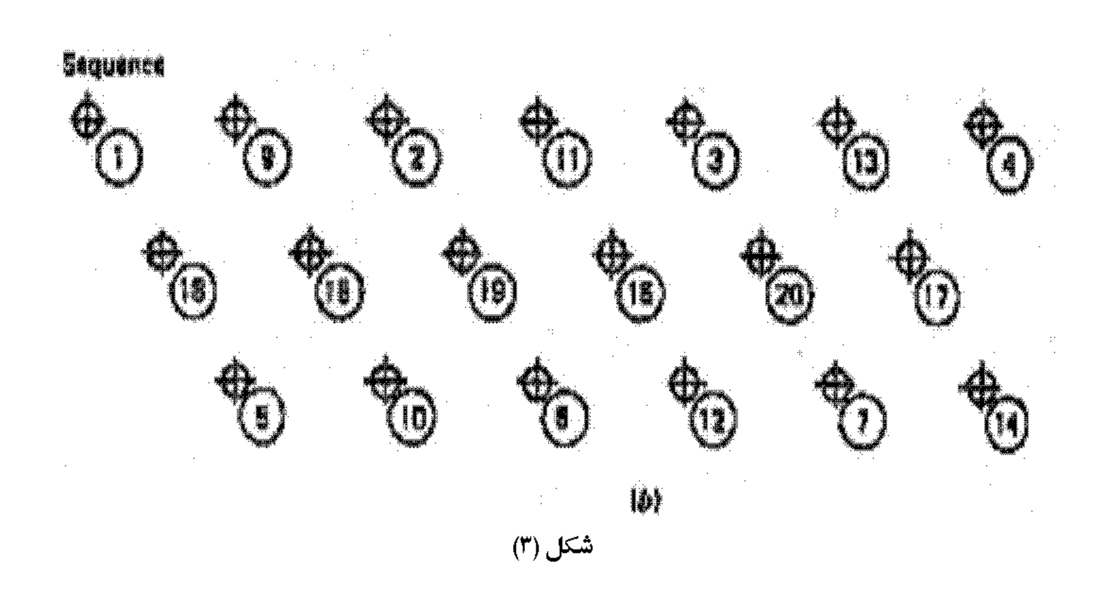


شكل (٢)

الحقن بالطريقة الأولي

الطريقة الثانية للحقن : .

وهي عبارة عن عمل ٣ صفوف متوازية - يتم حقن الصفين الخارجين أولا - يكون قطر الحقن (b) كما هو واضح من الترقيم . يتم حقن الصف الأوسط حتي رفض مزيدا من الحقن **Refusal** أو أذا تم تحديد كمية الحقن المطلوبة مسبقا - شكل(٣) .



شكل (٣)

الطريقة الثانية للحقن

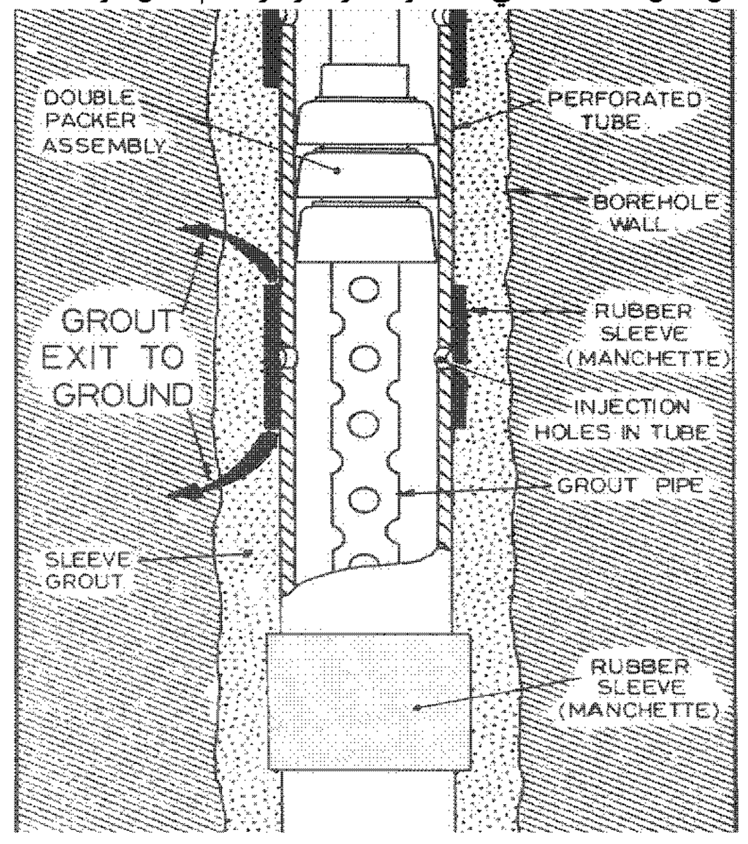
الحقن علي مرحلتين Multistage Grouting :

و فيه يتم حقن طبقة الزلط أولا ثم نظافه الفتحة . بعد تمام شك مواد الحقن ، يمكن حقن باقي الطبقات . وفي بعض الأحوال يمكن أستخدام مواد حقن مختلفه لكل طبقة مثل حقن الأسمنت و البنتونايت في طبقه الزلط ثم حقن الكيماويات لطبقة الرمل . و يمكن عمل حقن من خلال الثقب الرأسي ، حيث يتم الحفر حتي المنطقة ذات الفراغات الكبيرة – الزلط أو الأحجار – ثم أجراء الحقن لهذه الطبقة . ثم نستكمل الحفر في الثقب الرأسي الي نهاية الطبقة الثانية و هكـــذا .

و تجدر الأشارة الي أن عمل الثقب الرأسي يتم بواسطة دفع المياه **Water Jet** ، و تعتبر هذه الطريقة أرخص قليلا من حفر الثقب بالحفارة الميكانيكية . و يمكن عمل الحفر بطريقة أخري حيث يتم حفر الثقب بكامل الأرتفاع ثم عمل الحقن اللازم لأوطي طبقة . تسحب ماسورة الحقن الي أعلي حتي الطبقة التالية ليتم حقنها كذلك و هكذا . تعتبر هذه الطريقة أرخص من السابقة .

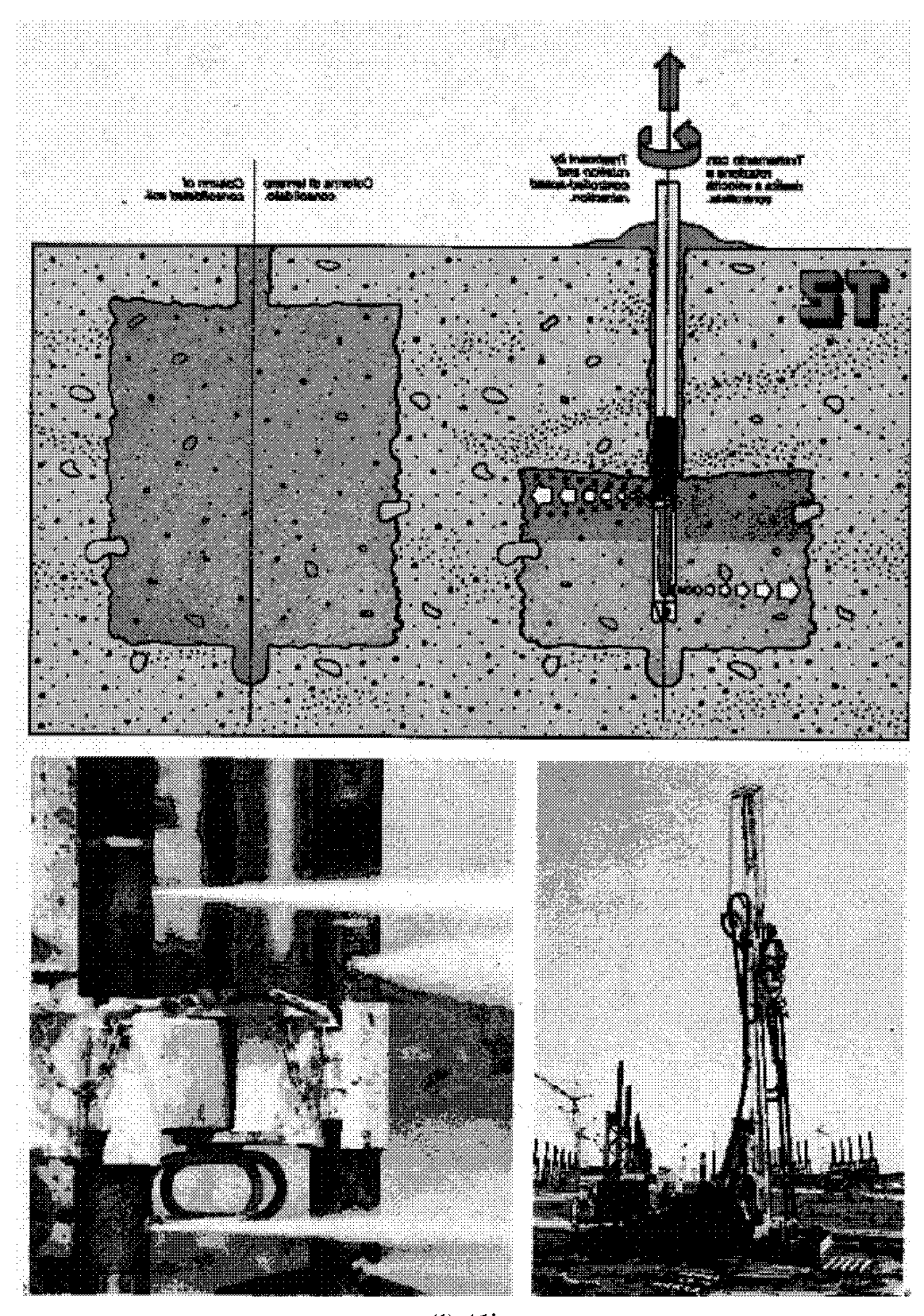
الحقن بواسطة ماسورة مثقبة Manchette Tube :

وهي طريقة معقدة و تستخدم بكثرة في الدول الأوروبية – شكل (٤) . و الماسورة المثقبة تكون بقطر ٢" و طول ١٢" – مقفولة من أسفل – منطقة الثقوب مغلفة بغلاف مطاطي . تتصل الماسورة المثقبة بمواسير رأسية حتي سطح الأرض . عند أجراء عملية الحقن ، تخرج مواد الحقن خلال الغلاف المطاطي ليملأ الفراغات والشقوق والمسام داخل التربة .



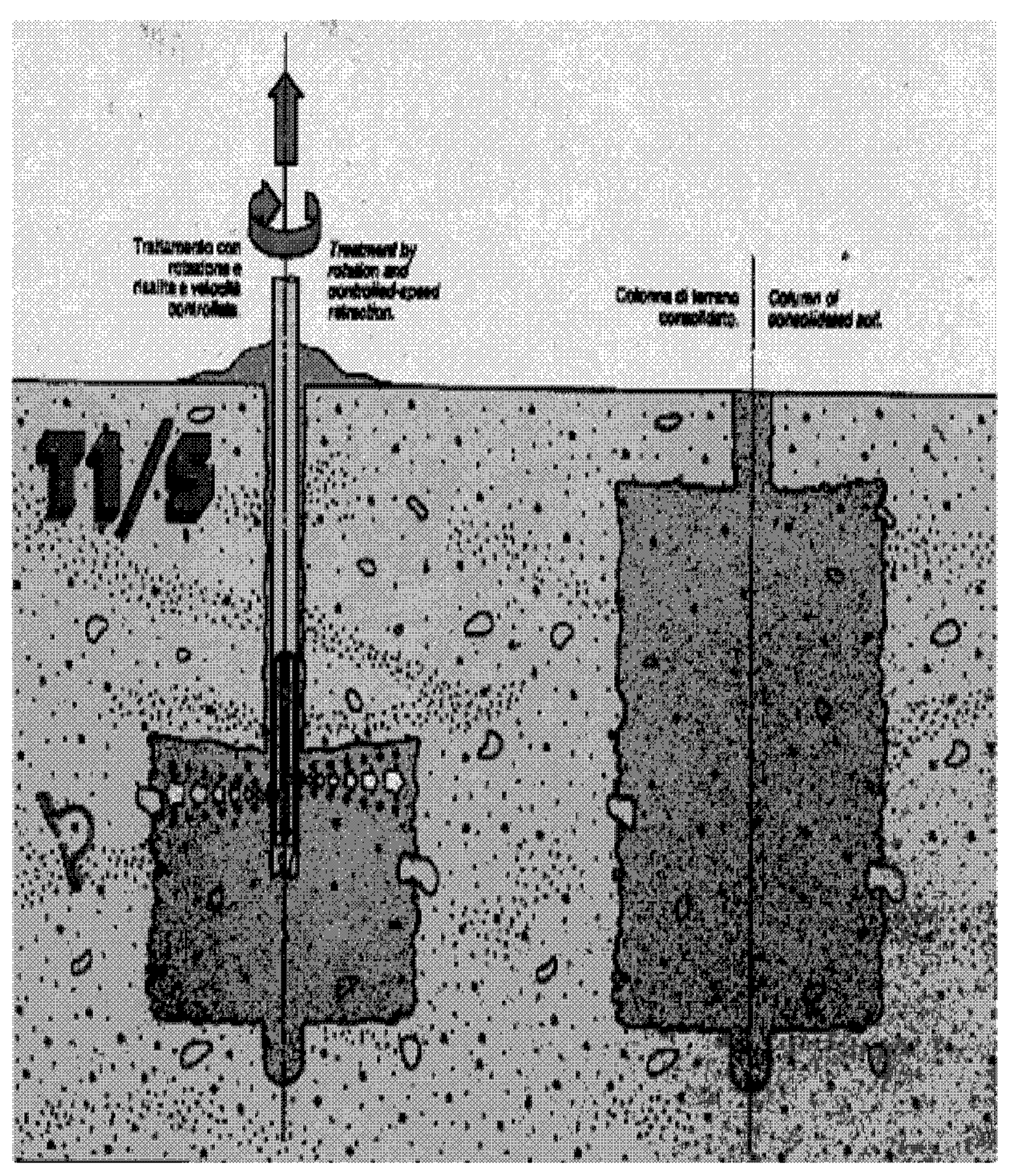
شكل (٤)

ماسورة الحقن



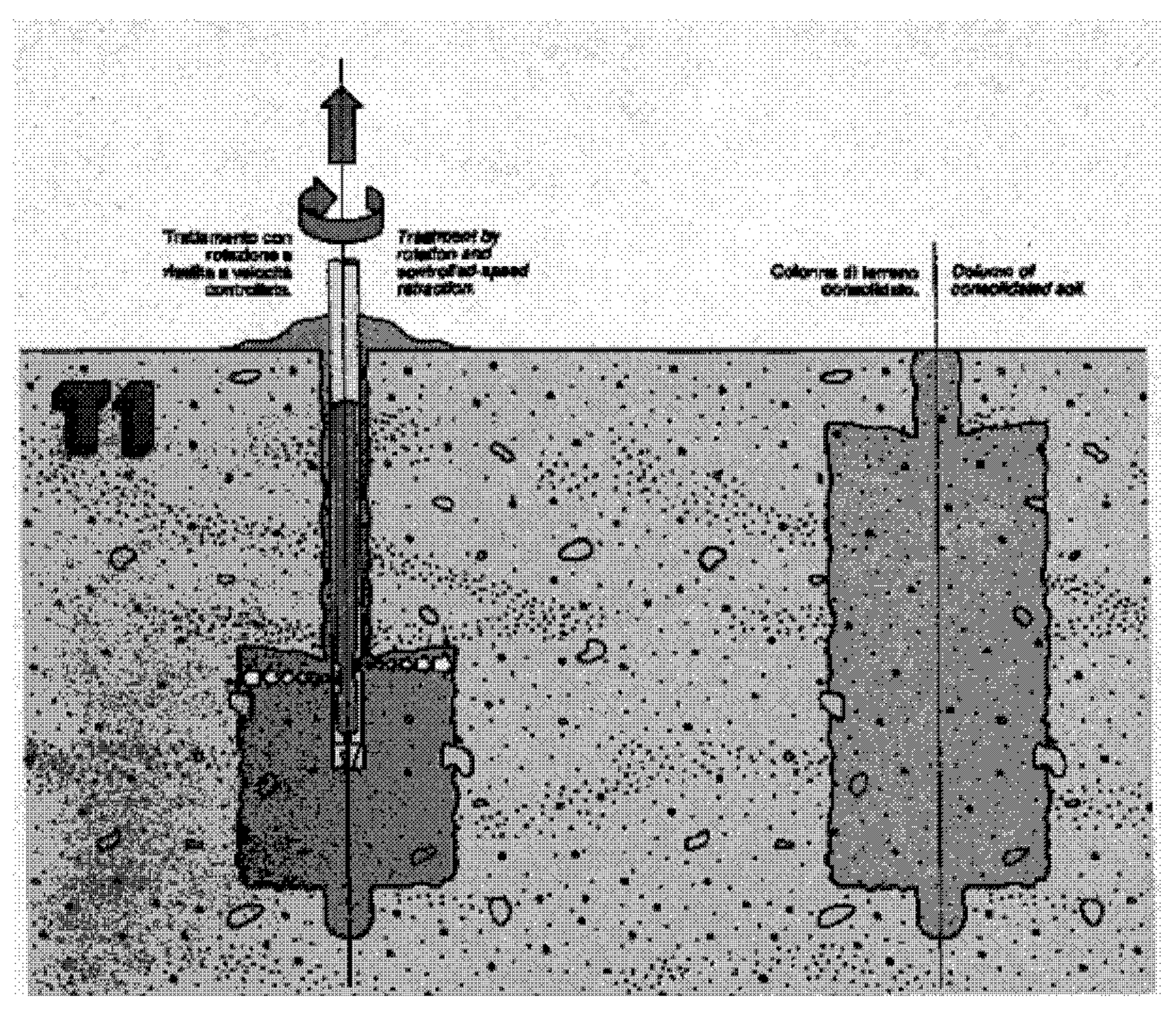
شكل (٤)

نموذج حقن التربة بطريقة الماسورة المثقبة



تابع شكل (٤)

نموذج حقن التربة بطريقة الماسورة المثقبة



تابع شكل (٤)

نموذج حقن التربة بطريقة الماسورة المثقبة

يبدأ الحقن بتشغيل الطلمبات تحت ضغط عالي كاف لتمزيق الغلاف المطاطي الخارجي وأختراق الطبقة الأسمنتية الضعيفة ثم التغلغل في مسام التربة . يبلغ الضغط المذكور ٣٤ كجم / سم٢ .تعطي هذه الطريقة نتائج جيدة مع ضروره الوضع في الأعتبار أن يكون العاملين القائمين بالعمل علي درايه كافية خوفا من حدوث أي شقوق في التربة **Splitting Of Soil** .

<u>مثال رقم (١) :</u>

خط أنحدار قطره ٦٠٠مم – عمق الحفر = ٦ متر ، عرض الحفر = ٢ متر بمدينة القاهرة . عرض الشارع = ٦ متر – أساسات المباني سطحية . نوع التربة من الرمل الناعم الي المتوسط .

نظرا لأن طبيعة أساسات المباني المجاورة للخط ، أساسات سطحية ، فأن أي حركة في طبقات الأرض التي قد تنتج من أعمال الحفر أو من النزح الجوفي طوال مدة المشروع سيترتب عليها حدوث هبوط في المباني المجاورة .

أستقر الرأي علي حقن قاع الحفر بسمك ١ متر ، بالأضافة الي حقن جوانب الحفر بعرض ١ متر – شكل (٥) – باستخدام ماده سيليكات الصوديوم (الجيلا تينية) مع أضافة أي مادة مساعدة لزياده سرعة التماسك مثل سليكات حديديك الصوديوم بنسبة لا تزيد عن ١٠ ٪ .

طريقة الحقن :

١ – يتم الحقن علي ثلاثة محاور : محور المنتصف – محور الحفر – يتم الحقن أسفل منسوب التأسيس بمقدار ١ متر

٢ – يتم الحقن في المحورين الآخرين من أسفل منسوب التأسيس بمقدار ١ متر و حتي سطح الأرض . تكون المسافة بين مواسير الحقن = ١,٢ متر .

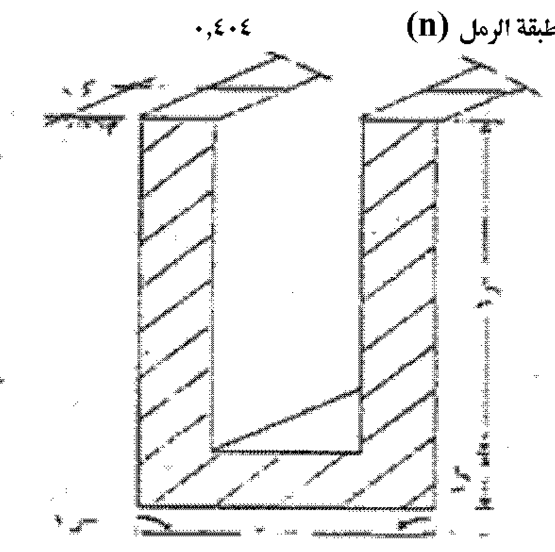
٣ – الضغط المطلوب لعملية الحقن يتغير بتغير عمق الحقن . شكل (٥) يوضح الأقتراح الأبتدائي للحقن . يستمر ضغط الحقن بنفس القيمة حتي تتشبع التربة ثم يتم رفع ماسورة الحقن ١ متر و نستأنف الحقن مرة أخري و هكذا

٤ – معدل الضخ يقدر بمقدار ١٥٠– ٢٠٠ لتر / ساعة للأعماق الكبيرة و يقل مع رفع مواسير الحقن الي أعلي .

حساب كميات الحقن المطلوبة :

بيانات الموقع :

- طبيعة الطبقة المطلوب حقنها — رمل ناعم الي متوسط
- عمق المياه (من سطح الأرض) — ٢,٥ متر
- الوزن النوعي للرمل — ٢,٦٥ طن / م٣
- نفاذية طبقة الرمل (n) — ٠,٤٠٤



شكل (٥)

خندق المواسير المطلوب حقنة

حجم الفراغات / م٣ = ٠,٤٠٤ م٣ من التربة

كثافة سيليكات الصوديوم = ١,٥طن / م٣

وزن السيليكات / م٣ = ١,٥ × ٠,٤٠ = ٠,٦٠٦ طن / م٣

حجم التربة المطلوب حقنها (الأرض و الجوانب) = ٦ × ٢ × ١ + ٤ × ١ = ١٦ م٣ / متر طولي .

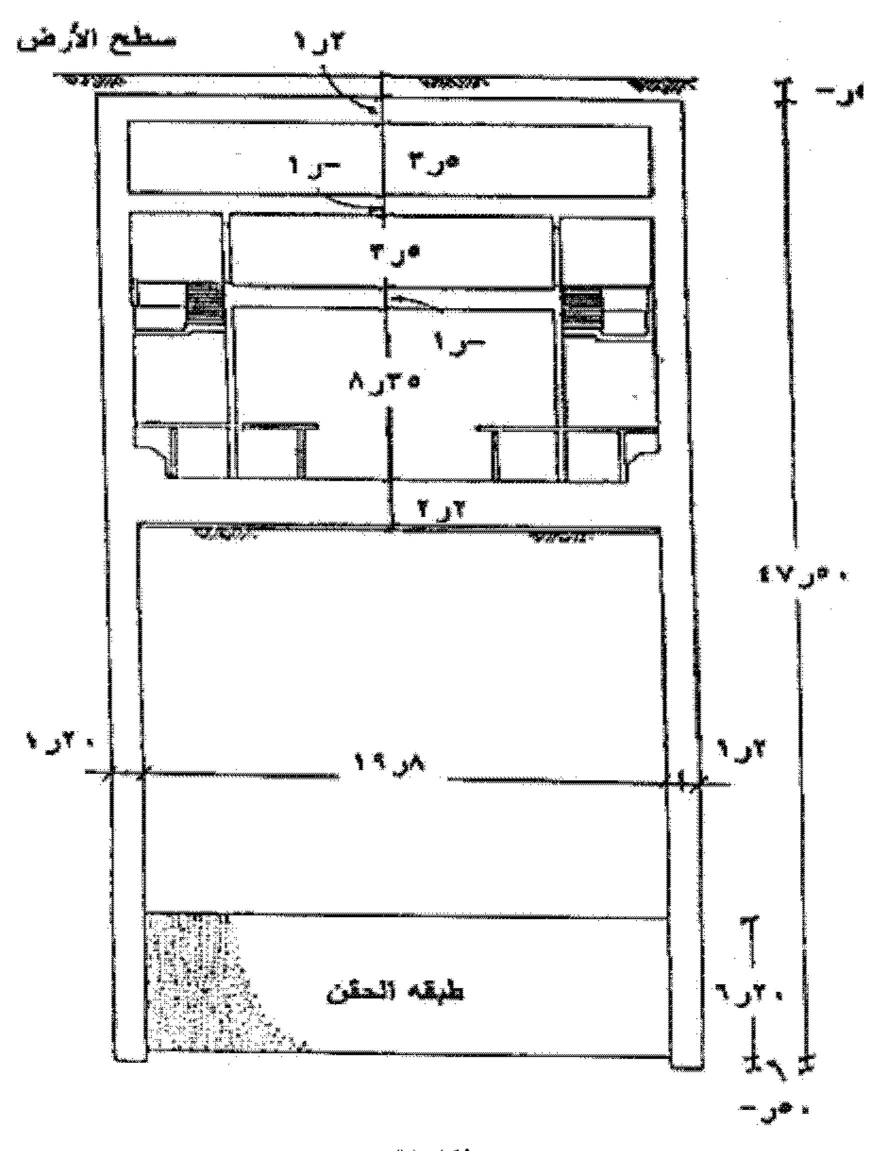
كمية سيليكات الصوديوم المطلوبة = ١٦ × ٠,٦٠٦ = ١٠ طن / متر طولي .

مثال رقم (٢) :

أنشاء محطات مترو الأنفاق – المرحلة الثانية :

مقدمة :

تنشأ المحطات لخط مترو الأنفاق بنظام الحوائط اللوحية **Diaphragm Walls** والمصبوبة في الموقع – أرضية المحطات علي عمق ٢١,٥ متر من سطح الأرض بينما تكون نهايه الحوائط اللوحيه علي عمق ٤٧,٥متر . المياه الأرضية علي عمق ٢ متر من سطح الأرض – المســـافة بين الحوئط (عرض المحطة) = ٢١,١ متر (محطة سانت تريز) – شكل (٦).



شكل (٦)

محطة مترو الأنفاق – سانت تريزا

مثال رقم (٣) :

أنشاء نفق المترو – المرحله الثانية – أسفل ترعة الأسماعلية :

طريقة التنفيذ :

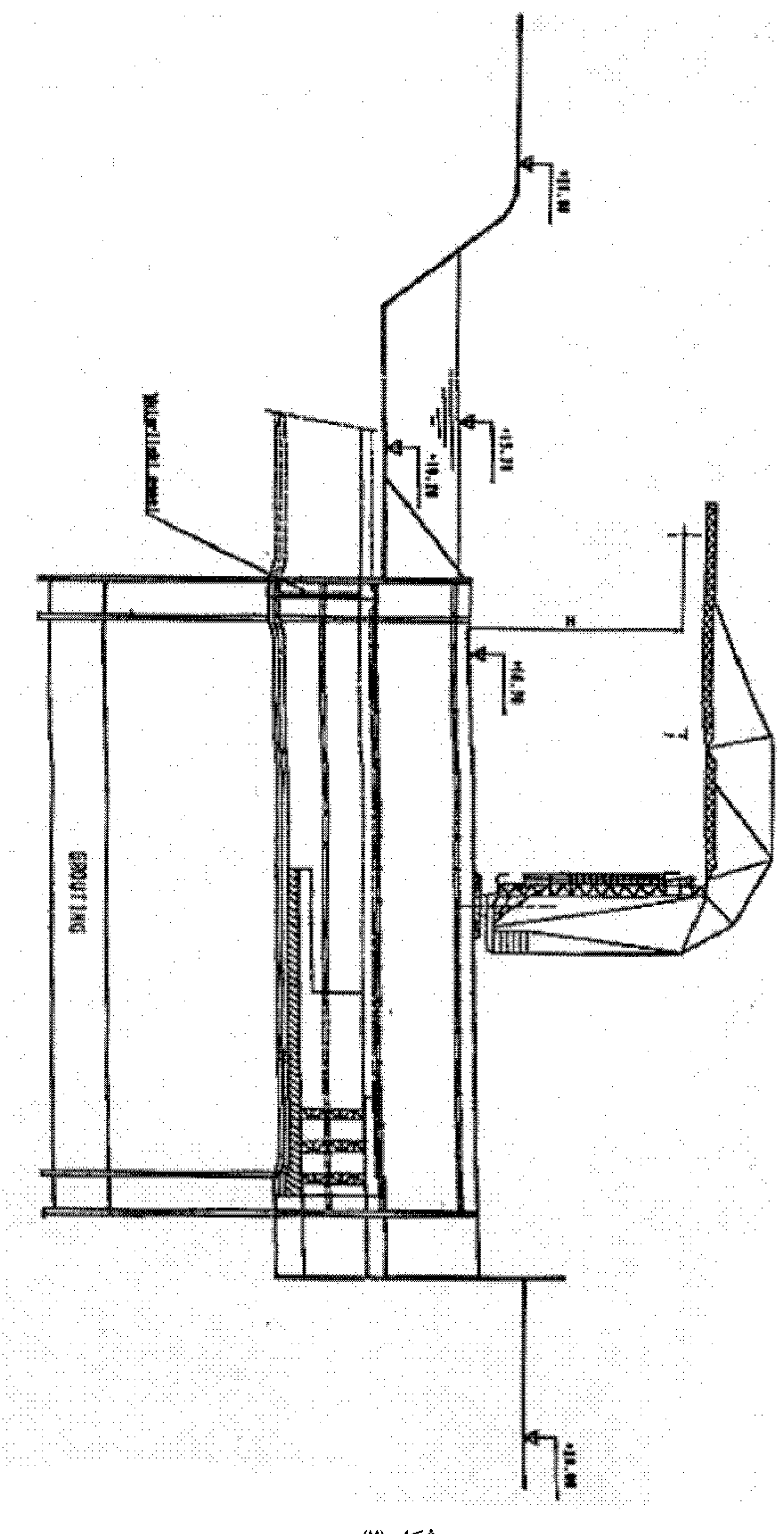
تم تقسيم العمل علي قسمين : العمل في النصف الجنوبي للترعة ، ثم بعد الأ نتهاء منه يعاد حفر الترعة و مرور المياه ، ثم يبدأ العمل في الجزء الشمالي للترعة وذلك لضمان تدفق المياه في ترعة الأسماعيليه . تتلخص طريقه التنفيذ كما يلي :

١ – دق ستائر معدنية حول الجزء الشمالي للترعة – من محور الترعة ثم الي الشط الجنوبي ثم الردم بالأ تربة مع الدمك – شكل (٧) .

٢ – يتم دق صفين متوازيين من الستائر المعدنية والردم داخلها بواسطة أتربة منتقاة (عمل سد ترابي Coffer Dam) ، مع الدمك الجيد . يتم عمل حقن للأرض داخل منطقه السد الترابي لمسطح النفق بالكامل من أسفل وبين الستائر لمنع رشح المياه الأرضية أثناء التنفيذ .

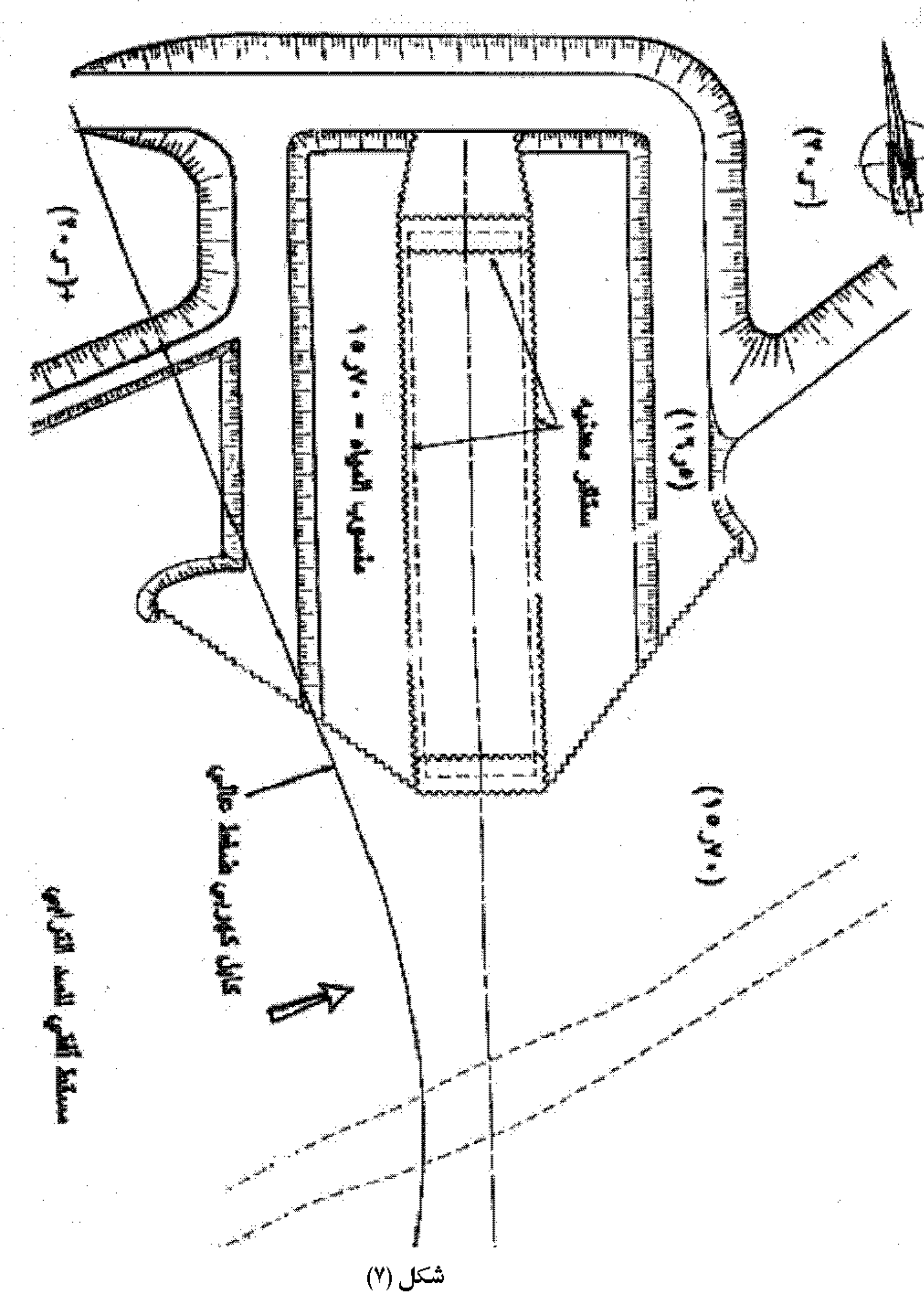
٣ – يتم أنشاء النفق الخرساني في هذا الجزء بدون مشاكل لمياه الرشح . بعد انتهاء الأعمال ، يتم تقطيع الستائر المعدنية أسفل المياه بواسطة غطاسين مع أزالة السد الترابي . يتم أعادة حفر مجري الترعة مرة أخري والسماح للمياه بالمرور .

٤ – يتم عمل نفس الخطوات السابق ذكرها وذلك للجزء الشمالي من الترعة .



شكل (٧)

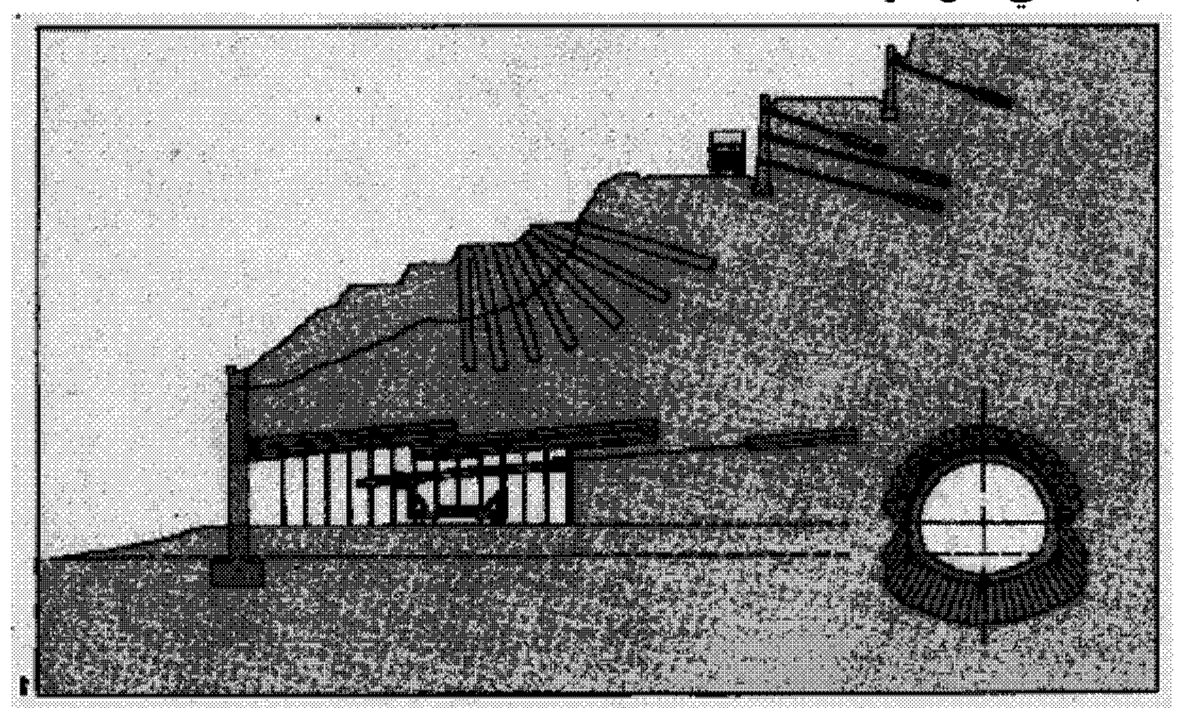
تعدية النفق أسفل ترعة الإسماعيلية – الجزء الجنوبي

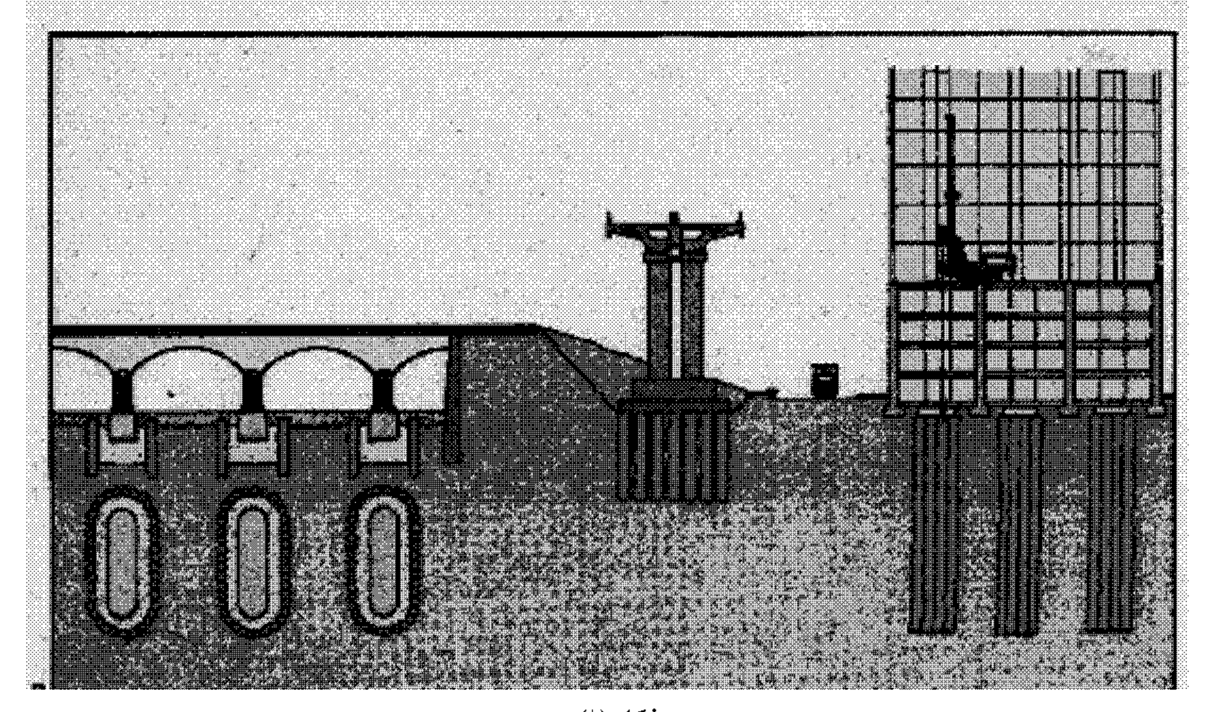


شكل (٧)

مرور النفق أسفل ترعة الإسماعيلية – الجزء الشمالي

تطبيقات علي حقن التربة :





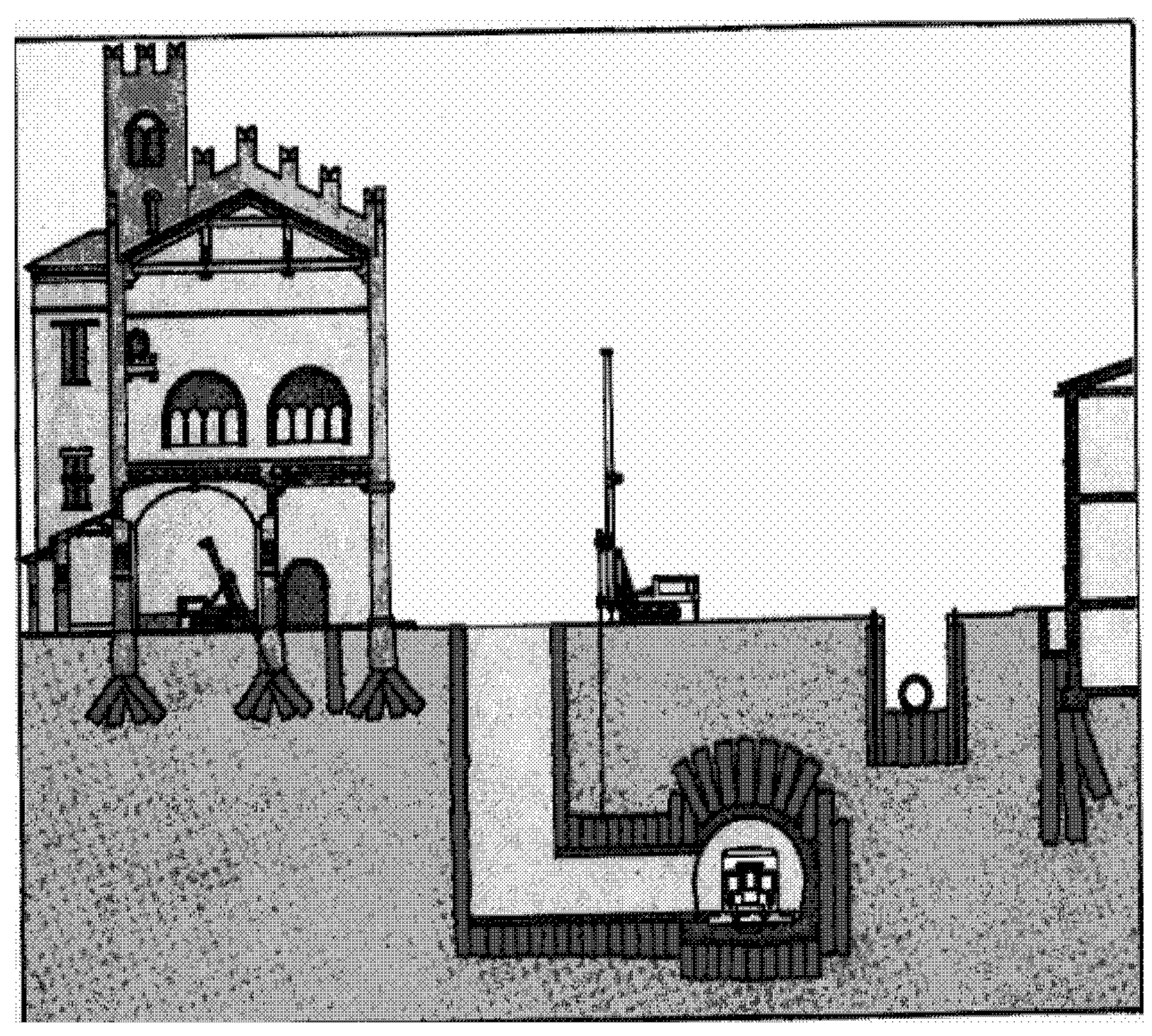
شكل (٨)

تطبيقات علي حقن التربة

١ – تثبيت ميول التربة .

٢ – حقن التربة المحيطة بقطاع النفق لملء فراغات التربة ومقاومة مياه الرشح .

٣ – تدعيم وتقوية وتحسين خواص التربة أسفل أساسات المنشآت و الكباري – شكل (٨) .



تابع شكل (٨)

تطبيقات علي عملية الحقن

٤ – تدعيم أساسات المنشآت .

٥ – تدعيم التربة حول قطاع النفق.

٦ – حقن التربة حول ترانش المواسير.

ثانيا : تجميد الـتربة GROUND FREEZING

مقدمة :

تعتبر عملية تجميد التربة من التقنيات المعقدة في مجال التحكم في المياه الأرضية ، ولكنها – رغم ذلك – لها الأهمية لـتنفيذ الأنشاءات التي لها طبيعة خاصة مثل التي تنشأ في أرض مفككة أو رخوة .

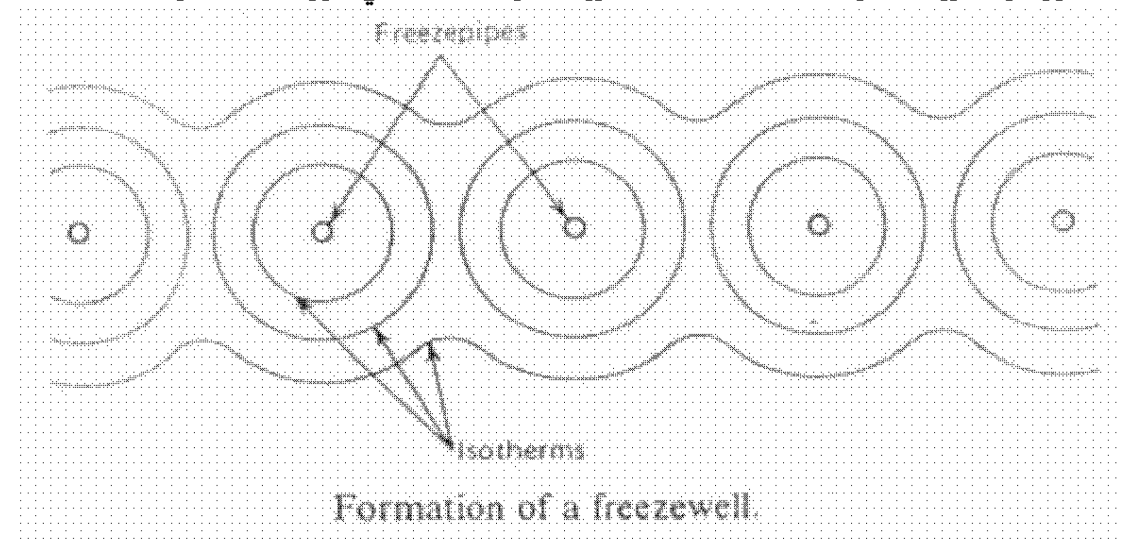
وعملية تجميد الـتربة تعمل علي تحسين قوة الـتربة Improving Soil Strength بالأضافة الي التحكم في المياه الأرضية حتي نتمكن من تنفيذ هذا المنشأ . وهذه العملية عبارة عن تحويل المياه الأرضية داخل مسام التربة الي ثلج . تساعد هذه العملية في التحكم في المياه لأرضية في مشروعات الأنفاق و المناجم و المشروعات المنشأه بعمق كبير تحت الأرض و التي تكون طبيعة التربة بها مفككة أو رخوة .

وتكون عملية تجميد التربة مؤقته تزول بانتهاء العمل ، بينما في أحيان خاصة جدا يكون تجميد التربة بشكل دائم مثل عملية صيانة و ضبط التربة المجمدة أسفل المنشآت الحرارية و المنشأة علي الطبقات

المتجمدة (المناطق القطبية) وكذلك المخازن المنشأه تحت الأرض و المحتوية علي سوائل في حالة تجمد

كيف تتم عملية تجميد التربة :

تتم عملية تجميد التربة بتمرير غاز النتروجين – أو أي غاز مماثل – من خلال مجموعة من المواسير المركبة في شكل رأسي و المدفونة في الأرض و التي تحتوي خلالها علي المنشأ المراد تنفيذه . عند ضخ الغاز و قيام هذه المواسير بالعمل ، يتكون عامودا ثلجيا حول كل ماسورة . مجموعة الأعمدة الثلجية المتجاورة تشكل الحائط الثلجي حول المنشأ – شكل (٩) .



شكل (٩)

مواسير تجميد التربة

ويحدد شكل المنشأ المطلوب تنفيذة و الفتره الزمنية اللازمة للأنشاء ، بالأضافة الي شكل ونوعية طبقات الأرض و المياه الجوفية ، شكل الحائط الثلجي و كذلك تصميم الماسورة و المسافة بينها وكذلك طاقة وحدة التجميد .

وصف وحدة التجميد : نظام السائل الملحي – الأمونيا التقليدي Conventional Ammonia Brine System :

تتكون وحدة التجميد من :

١ – ضاغط Compressor :

يضغط غاز الأمونيا أو الفريون ، و الذي يستخدم في تجميد محلول ملح كلوريد الكالسيوم و الذي يمر داخل المواسير الرأسية .
تصل درجة التجميد – ١٨ درجة مئوية الي – ٣٥ درجة مئوية .

٢ – المواسير الرأسية :

تكون من الصلب أو البولي إثيلين ، يتم دقها رأسيا و متوازية و علي مسافات محددة وعلي بعد مناسب من حدود المنشأ (حوالي ١ متر) .

٣ – ماسورة الضخ العمومية :

وترتبط المواسير الرأسية بها من علي سطح الأرض . تتصل هذه الماسورة بالضاغط.

٤ – خزان النتروجين (أو الغاز المماثل) :

يأتي هذا الغاز في حاويات خاصه مقفلة ومعزولة .
وحاليا ، فقد تم تصميم و تصنيع وحدات تجميد كاملة داخل حاويات مقفلة لتسهيل النقل و التشغيل و الفك . هذه الوحدات تحتوي علي الضاغط و الطلمبات و المبادل الحراري و الصمامات ٠٠٠وقد وصلت طاقة هذه الوحدات الي ١٠٠ طن تجميد .

فوائد عملية تجميد التربة :

١ – زيادة في قوه التربة عدة مرات خاصة في الأراضي الرخوة و الضعيفة . يكون الحفر حينئذ في حالة ثبات و تماسك و يمكن العمل بدون الحاجة الي أي نوع من الصلبات .

٢ – عدم نفاذية المياه ، حيث يكون الجدار المتجمد Frozen Membrane غير منفذ للمياه ولذلك تكون عملية نزح المياه معدومة .

٣ – ثبات التربة Stability : عدم حدوث أي هبوط للتربة خاصة في حالة دق الستائر المعدنية .

٤ – يمكن أتمام عملية تجميد التربة في وقت أقل من الطرق الأخري .

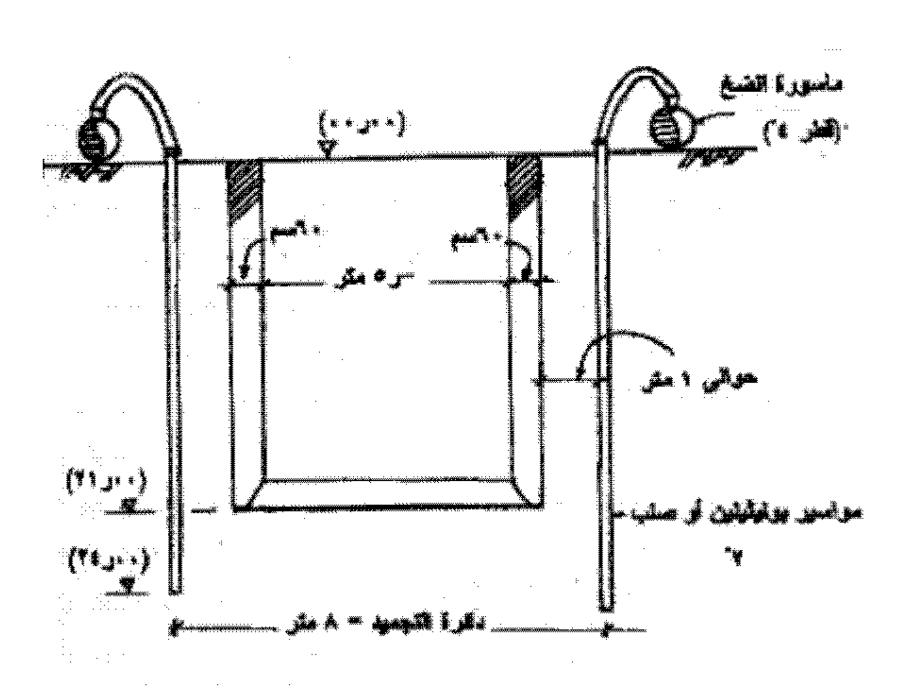
مثال (١) :

بيارة دائرية قطر داخلي ٤,٥ متر و أرتفاعها ٢١ متر .

تم تنفيذ العملية كالآتي :

١ – دق المواسير الرأسية حول الموقع . تبعد هذه المواسير ١ متر من حدود البياره الخارجية و بعمق ٢٤ متر . أضافة الي ذلك تم دق ماسورة رأسية أخري عند محور البياره لعمل سدادة ثلجية متجمدة عند القاع – شكل (١٠) .

٢ – ربط المواسير الرأسية مع ماسورة ضخ الغاز العمومية – علي سطح الأرض – ثم توصيلها بالضاغط .



شكل (١٠)

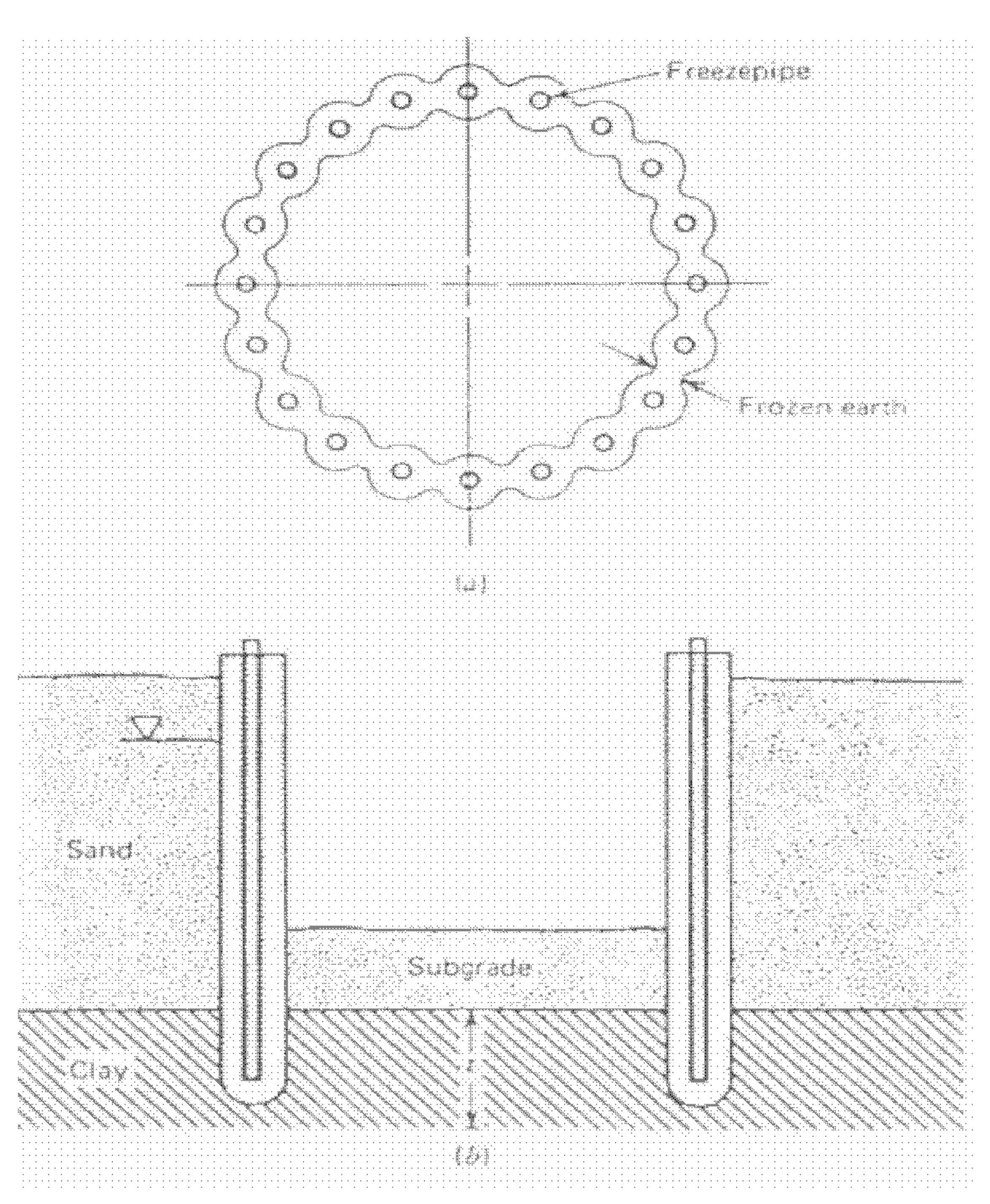
تجميد التربة حول البيارة

٣ – بدأ عملية ضخ الغاز و بدأ عملية التجميد . تستغرق تجميد التربة ٣ الي٦ أيام .

٤ – البدأ في الحفر داخل البيارة . يفضل عمل صلبات لسند جوانب الحفر في المنطقة العليا للبيارة (عند سطح الأرض) حيث أن الثلج يمكن أن يذوب جزئيا بفعل حرارة الشمس و الرياح أو المطر .

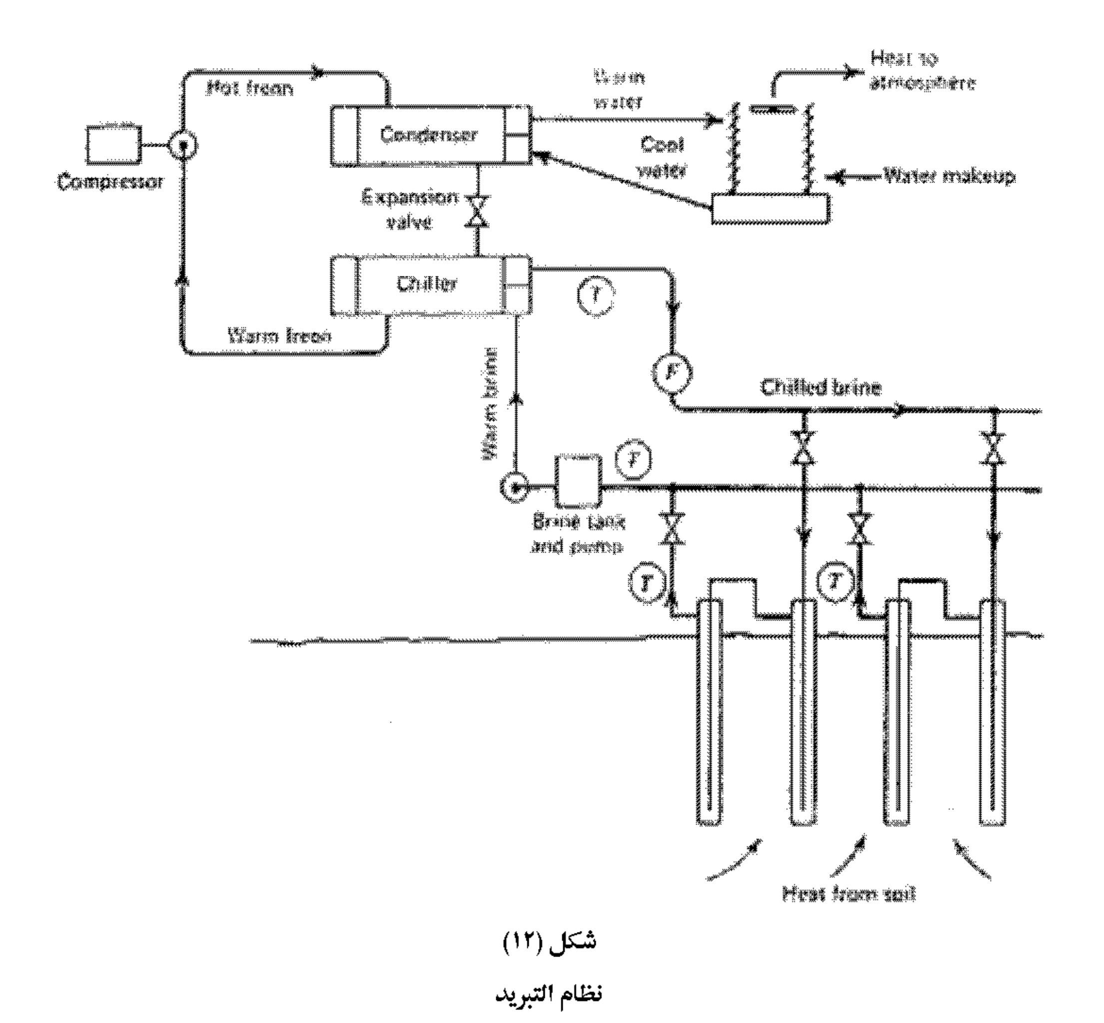
٥ – باستمرار الحفر داخل البيارة ، يتم تبطين الجوانب (من قطع من الزهر الرمادي أو الخرسانة المسلحة) مع رباطها كاملا لتشكل الشكل الدائري للبيارة مع سند جوانب الحفر .

شكل (١١) يوضح شكل البيارة بعد أتمام عملية التجميد . شكل (١٣) يوضح نظام التجميد .



شكل (١١)

شكل البيارة بعد أتمام عملية التجميد



شكل (١٢)

نظام التبريد

مثال (٢) :

تجميد المياه الأرضية لتنفيذ الأنفاق :

تستخدم طريقة تجميد التربة في تنفيذ الأنفاق للتغلب علي مشاكل تواجد المياه الأرضية التي تواجه العمل . وتستخدم في الظروف الآ تية :

١ – صعوبة أستخدام طريقة حقن التربة **Grouting** أو صعوبة تخفيض منسوب المياه الأرضية بالطرق التقليدية (الآبار العميقة) كما في حالة التربة الرملية أو السلتية .

٢ – الخوف من حدوث أختراق للتربة Blow Out بسبب أستخدام الهواء المضغوط بسبب عدم كفاية أرتفاع التربة فوق النفق خاصة في التربة الرملية أو الطينية .

طريقة التنفيذ :

١ – يتم عمل مجموعة من الثقوب حول قطاع النفق ، أفقية أو رأسية أو كلاهما (طبقا للتصميم) . المسافة بين كل ثقب و الذي يليه = ١ – ١,٥ متر . تخترق هذه الثقوب الطبقة المراد تجميد المياه بها .

٢ – تدخل في هذه الثقوب مواسير مزدوجة تتصل بماسورة أكبر في القطر و التي تتصل بدورها بماكينة التبريد . ينبغي عمل عزل حراري لهذه المواسير لعدم فقدان أي حرارة الي الجو الخارجي .

٣ – يتم ضخ النتروجين السائل أو محلول كلوريد الكالسيوم حتي تصل درجة التبريد ٢٣ – ٢٥ درجة مئوية تحت الصفر وذلك بمعدل درجتين أو ثلاثه درجات يوميا .

ملاحظات :

١ – توقع أماكن المواسير بكل دقة و باستخدام الأجهزة المساحية .

٢ – التأكد من أن زيادة حجم المياه نتيجة التجميد – والتي ينتج عنها قوي ضغط – لا تؤثر علي المنشآت القائمة .

٣ – ينبغي سرعه نهو الأعمال في هذه المنطقة حيث أن طول فترة التجميد أكثر من اللازم ينتج عنها حركة التربة نتيجة زيادة حجم المياه التي تجمدت داخل التربة .

٤ – عند الأنتهاء من صب خرسانات النفق ، تترك الأرض لتعود الي حالتها الأولي و بحيث لا تزيد سرعة أرتفاع درجة الحرارة عن درجتين أو ثلاثة يوميا ضمانا لعدم حدوث أية ضغوط كبيرة علي المنشأ .

ثالثا : التحكم في الميـــاه بطريقــة النزح الأسمـــوزي الكهــربي :

DRAINAGE BY ELECTRO OSMOSIS

تستخدم طريقة التحكم في المياه بالنزح الأسموزي الكهربي لنوعية التربة **التي** لها معامل نفاذية منخفض K=١/١٠٠٠٠٠ (- ١/١٠٠٠٠٠٠٠) .

وهذه الطريقة لا تستخدم في أعمال التحكم في المياه الأرضية علي درجة واسعة ، ولكن تستخدم أساسا لعملية تثبيت التربة **Soil Stabilization** ، كذلك لعملية تحسين خواصها من التدعيم و التصلب **Consolidation** ، بالأضافة الي تقليل نسبة المحتوي المائي **Decreasing Of Water Content** وكذلك زيادة كثافة التربة .

النظرية :

أذا تعرض جسم مسامي رطب الي فرق جهد بين طرفيه ، فأن الماء يسير خلال المسام من الطرف الموجب **Anode** الي الطرف السالب **Cathode** – شكل (١٣) . وعند توقف سريان التيار الكهربي ، فأنه تتوقف عملية سريان الماء خلال المسام أيضا .

عناصر النظام :

١ – الطرف الموجب (الآنود) :

عبارة عن قضيب معدني قطره ٢,٥ بوصة – يمتد من سطح الأرض حتي طبقة الصخر . قد يصل هذا العمق الي ٤٠ متر حتي طبقة الصخر.

٢ – الطرف السالب (الكاثود) :

عبارة عن بئر لتجميع المياه ، قطره الخارجي ١٢ بوصة وداخله ماسورة السحب من الصلب (القطب الكهربي) . ماسورة السحب محاطة بفلتر من الرمل و متصلة مع باقي المواسير بماسورة تجميع عمومية تتصل بدورها بطلمبة النزح العمومية .

يتصل الطرف الموجب و الطرف السالب بأسلاك كهربية ذات قطاع مناسب ، متصلة بدورها بمصدر للتيار المستمر . يتكون نظام النزح من عدة صفوف متوازية ، كل صف يحتوي علي مجموعة من الأطراف الموجبة و السالبة .

المسافه بين الطرف الموجب و الطرف السالب = ٣- ٥ متر . كما تكون المسافة بين صفوف كل نظام حوالي ٦متر . يصل العمق حتي طبقة الصخر .

٣ – مولد كهربي لتوليد تيار كهربي مستمر :

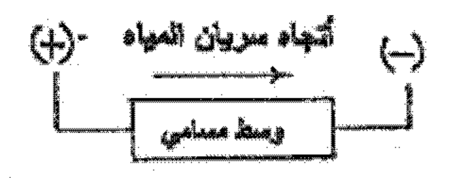
يكون المولد بقدرة ٢٢٠ كيلووات و يحسن وجود مولد آخر أحتياطي حيث يستمر العمل بشكل متواصل دون أنقطاع .

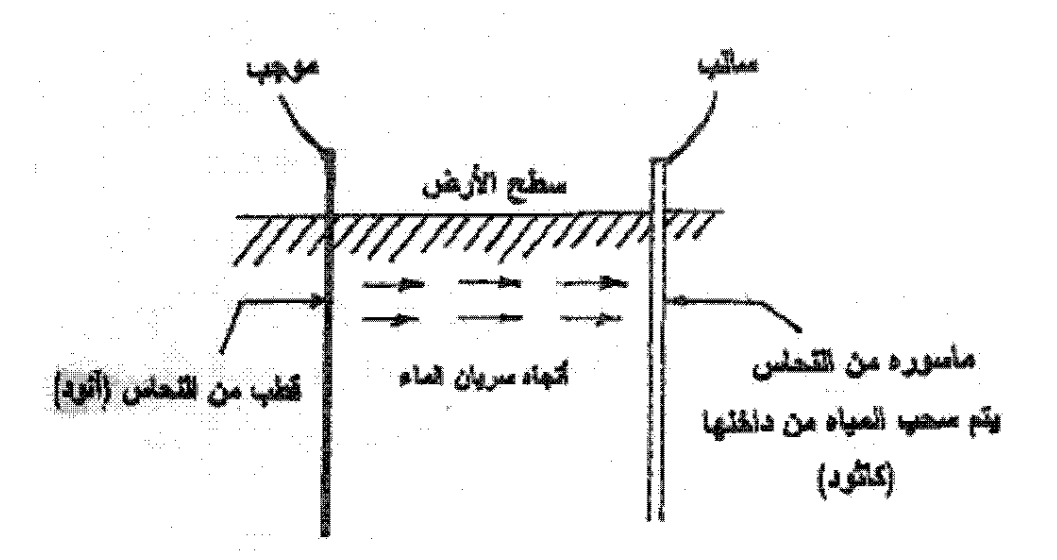
٤ – الماسورة المجمعة للمياه Header Pipe :

تقوم هذه الماسورة بتجميع مياه الآبار من مواسيرالكاثود وتوصلها الي مضخة مياه مركزية .

٥ – طلمبة تجميع المياه من اللآبار :

تقوم بسحب المياه بشكل متواصل ، ولهذا ينصح بوجود طلمبة أخري أحتياطية حتي لا يتعطل العمل .

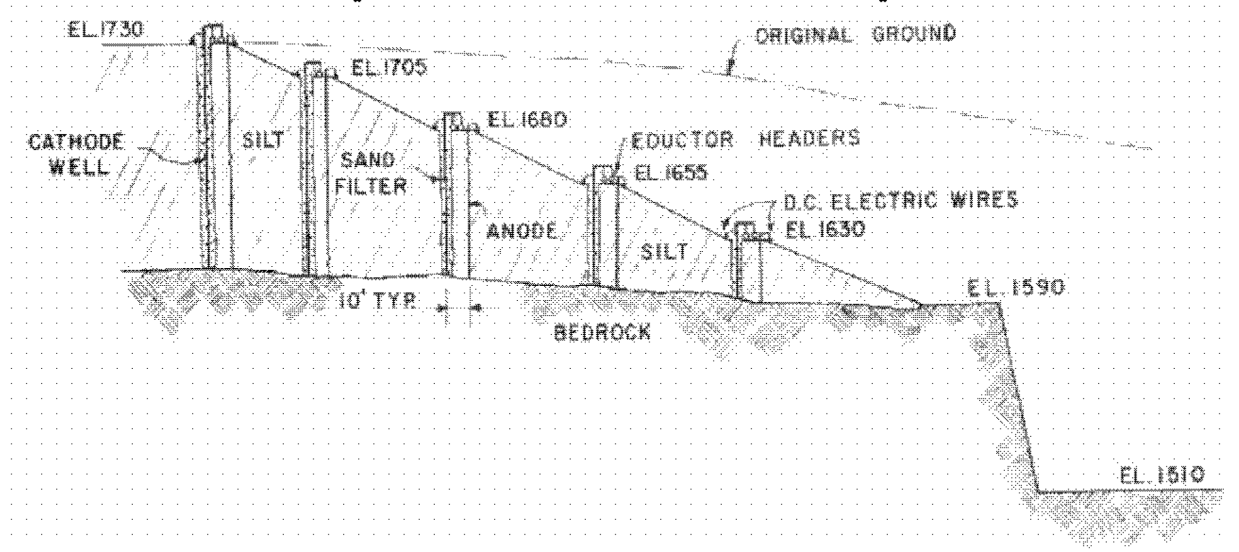




شكل (١٣)

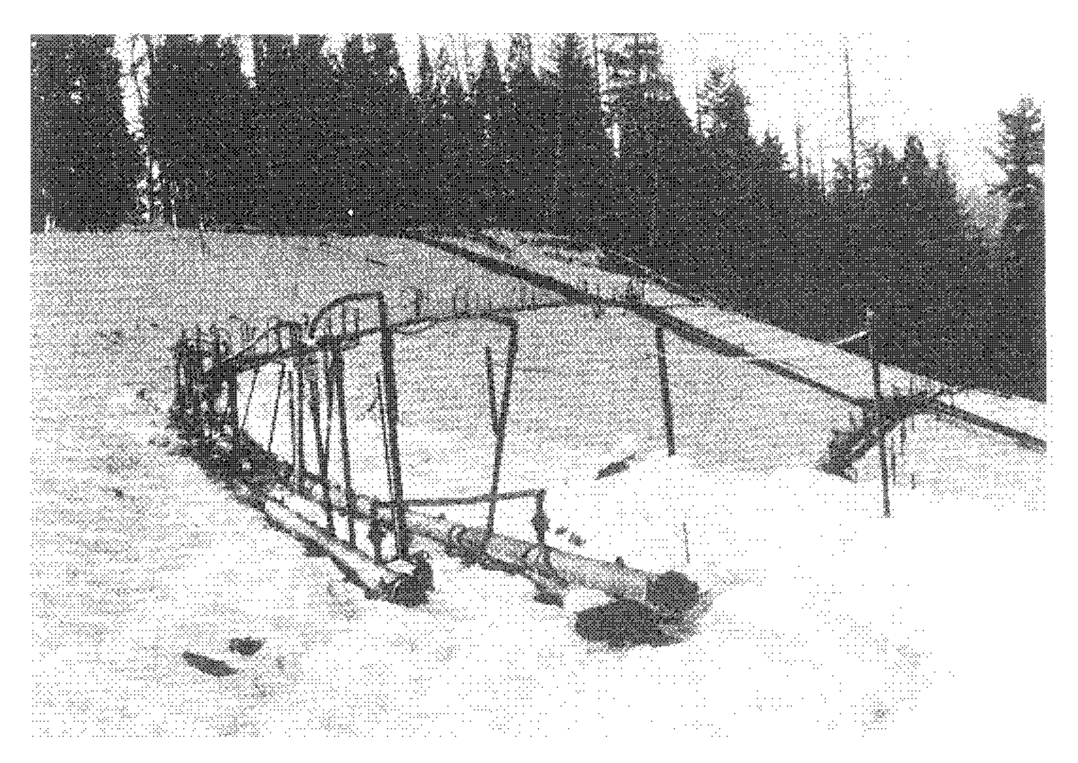
طريقة النزح الأسموزي الكهربي

شكل (١٤) يوضح أحد المشروعات التي أستخدم فيها نظام النزح بطريقة النزح الأسموزي الكهربي .



شكل (١٤)

أحد المشروعات المنفذة



شكل (١٤)

أحد مشروعات النزح الأسموزي الكهربي

التنفيذ :

١ – يتم تحديد الصفوف المتوازية للأقطاب الكهربائية .

٢ – يتم دق الأطراف الموجبة باستخدام طلمبة مياه (ضغط عالي) لأحداث ثقب في الأرض و تنزيل الطرف الموجب بشكل رأسي تماما .

٣ – يتم عمل بئر السحب (مماثل لطريقة تنفيذ الآبار العميقة) . يكون قطر القيسون الخارجي ١٢ بوصة . توضع ماسورة السحب داخل البئر (و التي تعمل كطرف سالب) . تحاط الماسورة بالرمل ثم تسحب ماسوره القيسون الخارجي

٤ – تتصل مواسير السحب بالماسورة الرئيسية المجمعة المتصلة بطلمبة السحب . يخرج من طلمبة السحب خط مواسير لصرف المياه الي مكان التخلص منها .

٥ – يتم توصيل الأطراف الموجبة و السالبة مع بعضها و تتصل في النهاية بمصدر التيار الكهربي المستمر .

٦ – عند بدأ أطلاق التيار الكهربي ، تبدأ المياه في التوجه الي البئر و تتجمع داخلة . تقوم طلمبات النزح الجوفي برفع المياه و صبها داخل الماسورة الرئيسية المجمعة ثم التخلص منها .

المراجع

١. كتالوجات المصانع المنتجة للمعدات.

٢. الدورات العلمية لمعهد المقاولون العرب – المهندس محمد عبد الرحمن .

٣. الكود المصري.

٤. مذكرات معهد التدريب الفني والمهني شركة المقاولون العرب.

٥. الموسوعة الهندسية م / عبد اللطيف البقري .

٦. هندسة التشييد للمباني العامة م / محمود حسين المصيلحي.

٧. الرسومات التنفيذية لمشروع مترو الأنفاق .

٨. Modern Construction Equipment and Methods\ FRANK HARRIS

٩. Controle Of Ground Water for Temporary Works \ S. H. SOMERVILLE

الفهـرس